ECOLE NATIONALE VÉTÉRINAIRE DE TOULOUSE
ANNÉE 1981 N° 121

LE CERCLAGE OSSEUX CHEZ LES CARNIVORES DOMESTIQUES

THÈSE

POUR LE DOCTORAT VÉTÉRINAIRE
DIPLÔME D'ÉTAT

présentée et soutenue publiquement en 1981
devant l'Université Paul-Sabatier de Toulouse
par

Luc, François RIVIERE
Né le 11 Février 1956 à ORAN (Algérie)

Jury :

Président : M. UTHEZA
Professeur à l'Université Paul-Sabatier de Toulouse

Assesseurs :
M. CAZIEUX
Professeur à l'École Nationale Vétérinaire de Toulouse
M. GENEVOIS
Professeur à l'École Nationale Vétérinaire de Toulouse

Association des Elèves
E. N. V. T.

Digitized by the Internet Archive
in 2026

https://archive.org/details/IA41543924_0001

ECOLE NATIONALE VÉTÉRINAIRE DE TOULOUSE
ANNÉE 1981 N° 121

LE CERCLAGE OSSEUX CHEZ LES CARNIVORES DOMESTIQUES

THÈSE

POUR LE DOCTORAT VÉTÉRINAIRE
DIPLÔME D'ÉTAT

présentée et soutenue publiquement en 1981
devant l'Université Paul-Sabatier de Toulouse
par

Luc, François RIVIERE
Né le 11 Février 1956 à ORAN (Algérie)

Jury :

Président : M. UTHEZA
Professeur à l'Université Paul-Sabatier de Toulouse

Assesseurs : M. CAZIEUX
Professeur à l'École Nationale Vétérinaire de Toulouse

M. GENEVOIS
Professeur à l'École Nationale Vétérinaire de Toulouse

Association des Elèves
E. N. V. T.

UNIV.
LEIDEN
BIBL.

ECOLE NATIONALE VETERINAIRE DE TOULOUSE

Directeur ..... **M. LAUTIE**
Directeur honoraire ..... **M. FLORIO**
Professeurs Honoraires ..... **M. BRIZARD**
M. SAURAT

PERSONNEL ENSEIGNANT

AIRE DE PHARMACIE ET TOXICOLOGIE

esseur titulaire ..... **M. GODFRAIN**
esseur sans chaire ..... **Mme BURGAT-SACAZE**

Pharmacie et Toxicologie

AIRE DE PHYSIQUE ET CHIMIE BIOLOGIQUES MEDICALES

esseur titulaire ..... **M. RICO**
esseur sans chaire ..... **M. BRAUN**
re-Assistant ..... **M. BENARD**

Physique biologique et médicale
Chimie biologique et médicale
Informatique biologique et médicale

AIRE D'ANATOMIE DES ANIMAUX DOMESTIQUES

esseur titulaire ..... **M. PAVAUX**
re-Assistant ..... **M. LIGNEREUX**
re-Assistant ..... **M. SAUTET**

Organogénèse - Tératologie
Anatomie générale - Anatomie appliquée

AIRE DE PHYSIOLOGIE, PHARMACODYNAMIE ET RAPEUTIQUE

esseur titulaire ..... **M. RUCKEBUSCH**
esseur sans chaire ..... **M. FARGEAS**
re-Assistant Agrégé ..... **M. TOUTAIN**

Physiologie - Pharmacodynamie
Thérapeutique

AIRE D'HISTOLOGIE - ANATOMIE PATHOLOGIQUE

esseur titulaire ..... **M. VAN HAVERBEKE**
esseur sans chaire ..... **M. CABANIE**
re Assistant Agrégé ..... **M. MAGNOL**

Histologie - Embryologie
Anatomie Pathologique - Clinique

AIRE D'HYGIENE ET INDUSTRIE DES ALIMENTS RIGINE ANIMALE

esseur titulaire ..... **M. LABIE**
re-de Conférences ..... **M. EECKHOUTTE**
re-Assistant agrégé ..... **Mme BENARD**

Hygiène, Inspection, Contrôle et Technologie
des Denrées alimentaires d'Origine Animale
Clinique

IRE DE PARASITOLOGIE ET MALADIES PARASITAIRES

sseur titulaire ..... **M. DORCHIES**
e de Conférences ..... **M. FRANC**
e-Assistant ..... **M. DUCOS DE LAHITTE**

Zoologie appliquée - Ecologie
Parasitologie externe - Dermatologie
Parasitologie interne - Clinique

IRE DE SEMIOLOGIE ET PATHOLOGIE MEDICALE DES IDES ET CARNIVORES ET DE LEGISLATION

sseur titulaire ..... **M. LESCURE**
e de Conférences ..... **M. GUELFI**
e-Assistant ..... **M. REGNIER**

miologie et Pathologie Médicale des Equidés et Carnivores
Législation Vétérinaire et Déontologie-Clinique

CHAIRE DE PATHOLOGIE MEDICALE DU BETAIL ET DES ANIMAUX DE BASSE-COUR

Professeur titulaire ..... **M. TOURNUT**
Maître de Conférences ..... **M. BEZILLE**
Maître-Assistant ..... **M. JOUGLAR**

Sémiologie et Pathologie Médicale du Bétail
et des Animaux de Basse-Cour - Clinique
Consultation itinérante

CHAIRE DE PATHOLOGIE CHIRURGICALE

Professeur titulaire ..... **M. CAZIEUX**
Maître-Assistant Agrégé ..... **M. GENEVOIS**
Maître-Assistant ..... **M. AUTEFAGE**

Propédeutique et Sémiologie Chirurgicale
Radiologie - Technique chirurgicale
Anesthésiologie - Pathologie chirurgicale
Traumatologie - Podologie orthopédique
Clinique

CHAIRE DE PATHOLOGIE DE LA REPRODUCTION

Professeur titulaire ..... **M. FERNEY**
Professeur sans chaire ..... **M. ROYAL**

Pathologie de l'appareil génital et de la mamelle
Sémiologie et Propédeutique -
Pathologie de la reproduction
Obstétrique et pathologie du nouveau-né
Clinique - Consultation itinérante

CHAIRE DE MALADIES CONTAGIEUSES - ZOONOSES - LEGISLATION SANITAIRE

Professeur titulaire ..... **M. CHANTAL**
Maître-Assistant ..... **M. PICAVET**

Epidémiologie - Maladies Contagieuses
Zoonoses - Législation Sanitaire
Clinique

CHAIRE DE PATHOLOGIE GENERALE - MICROBIOLOGIE - IMMUNOLOGIE

Professeur titulaire ..... **M. LAUTIE**
Maître-Assistant ..... **M. PELLERIN**

Microbiologie - Immunologie
Pathologie Générale

CHAIRE D'ELEVAGE ET ECONOMIE

Professeur titulaire ..... **M. QUEINNEC**
Professeur sans chaire ..... **M. DARRE**
Maître-Assistant ..... **Mme. QUEINNEC**

Ethnologie - Génétique animale
Extérieur - Zootechnie et Economie générales
Ethologie Appliquée, Sciences, Techniques
Economie de l'Elevage et des Productions animales
Insémination artificielle
Organisation de l'élevage

CHAIRE D'ALIMENTATION

Professeur titulaire ..... **M. FALIU**
Professeur sans chaire ..... **M. GRIESS**

Botanique Appliquée et Bromatologie
Agronomie - Alimentation

CHARGES D'ENSEIGNEMENT

MM. Les Professeurs **ANGELIER, ARMENGAUD, COMBE COMBRET, CROS, FERNET MAZENC**

La Faculté n'Entend donner aucune approbation aux opinions émises dans les thèses : celles-ci doivent être considérées comme propres à leurs auteurs.

A MES PARENTS

En témoignage d'affection et de profonde reconnaissance.

A CHRISTINE

Avec tout mon amour.

A PAUL ET CLAUDINE

A REGIS

A TOUTE MA FAMILLE

A TOUS MES AMIS

A NOTRE PRESIDENT DE THESE :

MONSIEUR LE PROFESSEUR UTHEZA
de l'Université Paul Sabatier de Toulouse

Qui nous a fait le grand honneur d'accepter la présidence de notre jury de thèse.

Hommages respectueux.

A NOTRE JURY DE THESE :

MONSIEUR LE PROFESSEUR A. CAZIEUX
de l'Ecole Nationale Vétérinaire de Toulouse

Qui nous a toujours reçu avec bienveillance dans son Service.

Qu'il veuille trouver ici le témoignage de notre reconnaissance et de notre profond respect.

MONSIEUR LE MAITRE-ASSISTANT AGREGE J.P. GENEVOIS
de l'Ecole Nationale Vétérinaire de Toulouse

Qui a bien voulu faire partie de notre jury de thèse.

Profonds remerciements pour son accueil chaleureux et ses conseils éclairés.

Hommages respectueux.

A MONSIEUR LE MAITRE-ASSISTANT A. AUTEFAGE
de l'Ecole Nationale Vétérinaire de Toulouse

Pour nous avoir inspiré ce travail
et aidé dans son élaboration.

A MONSIEUR LE DOCTEUR VETERINAIRE A. NEGREL

Pour ses conseils toujours précieux.

A TOUS NOS MAITRES
DE L'ECOLE NATIONALE VETERINAIRE
DE TOULOUSE

LE CERCLAGE OSSEUX
CHEZ LES
CARNIVORES DOMESTIQUES

TABLE DES MATIERES

INTRODUCTION 1

PREMIERE PARTIE.–*GENERALITES* 5

1. Principes de base du traitement des fractures 7
   1.1. *Conditions mécaniques* 7
   1.2. *Conditions biologiques* 7
   1.3. *Considérations pratiques et économiques* 8

2. Considérations physiologiques: vascularisation et néovascularisation osseuse 10
   2.1. *Vascularisation physiologique (os normal)* 10
   2.2. *Néovascularisation pathologique (os fracturé)* 18
   2.3. *Néovascularisation expérimentale* 21
      2.3.1. Atteinte vasculaire expérimentale 21
         2.3.1.1. Suppression de l'apport nourricier 22
         2.3.1.2. Suppression des apports métaphysaires 24
         2.3.1.3. Suppression de l'apport vasculaire externe 25
         2.3.1.4. Isolement vasculaire total 26
         2.3.1.5. Remarque: cas d'une autogreffe expérimentale 26
      2.3.2. Cerclage osseux expérimental 27
         2.3.2.1. Néovascularisation après exposition et cerclage 28
         2.3.2.2. Néovascularisation de fractures traitées par cerclages 31
   2.4. *Conclusion* 35

DEUXIEME PARTIE.–*LE CERCLAGE OSSEUX* 37

1. Définition. Conséquences 39
   1.1. *Terminologie* 39
   1.2. *Choix d'une technique* 40
   1.3. *Les os considérés* 40

2. Buts 42
   2.1. *Cerclage et Enclouage centromédullaire* 42
      2.1.1. Fracture simple transverse avec traits de refent 43
      2.1.2. Fracture simple oblique 46
      2.1.3. Fracture complexe comprenant une grosse esquille 49
      2.1.4. Fractures multiesquilleuses 53
      2.1.5. Résumé 55
   2.2. *Cerclage et plaque vissée* 55
   2.3. *Cerclage isolé* 59
   2.4. *Contention externe du membre* 64
   2.5. *Conclusion* 65

3. Matériel 66
   3.1. *Les ligatures* 66
      3.1.1. Le Catgut chromé 66

3.1.2. Le fil métallique 67
3.1.3. La lame métallique 67
3.2. *L'instrumentation* 68

4. Technique 75
4.1. *Le fil* 75
4.1.1. Qualité 75
4.1.1.1. Composition du métal 75
4.1.1.2. Température 77
4.1.1.3. Manipulations 77
4.1.2. Diamètre 78
4.2. *Utilisation des instruments* 80
4.2.1. Le Tord fil de Loute. Description,utilisation 80
4.2.2. La pince à mors plats: utilisation 85
4.2.3. Tension du fil 89
4.3. *Localisation du cerclage* 89
4.3.1. Dangers à éviter 91
4.3.2. Emplacement et nombre 91
4.4. *Place du cerclage dans la technique opératoire* 95

5. Conclusion 98

TROISIEME PARTIE.–*OBSERVATIONS* 101

1. Les Observations 105

2. Discussion 129
2.1. *Erreurs à éviter* 129
2.2. *Problèmes rencontrés* 131
2.3. *Limites de la technique* 133
2.4. *Avantages principaux* 134

CONCLUSION 135

BIBLIOGRAPHIE 143

INTRODUCTION

Le cerclage, depuis son utilisation en orthopédie, a été le sujet de nombreuses controverses.

Certains chirurgiens le rejettent catégoriquement, alors que d'autres l'utilisent de façon inconsidérée, pensant avoir trouvé là une panacée. Entre ces courants contraires se situe la majorité qui n'ose pas, qui ne sait pas, qui voudrait bien, mais qui a peur.

D'un côté, on invoque l'altération vasculaire au niveau du périoste pour justifier l'échec de la technique alors que de l'autre, on sélectionne tous les succès pour répondre qu'il ne s'agit que d'une mauvaise application de celle-ci.

Que faut-il donc penser du cerclage osseux, dans quelles conditions l'utiliser ? [23]

Après avoir pratiqué le cerclage, nous avons rapidement constaté que se produisait très fréquemment une réaction périostée intense et la formation d'un cal osseux exubérant. Ce type de réponse de l'organisme après une fracture ne peut se réaliser que si la vascularisation, ou plus exactement la néovascularisation, est importante. Immédiatement apparaît donc un paradoxe à propos de la vascularisation.

Comment se réalise la néovascularisation alors que

le cerclage (pour certains) entrave la vascularisation ?

Ainsi, nous considèrerons dans une première partie les principes du traitement des fractures, de même que la vascularisation osseuse physiologique et la néovascularisation pathologique et expérimentale.

Dans une seconde partie, nous développerons précisément la technique proprement dite du cerclage osseux, envisageant buts, matériel et techniques.

Enfin, parallèlement à cette étude théorique, nous nous appuierons sur un ensemble d'observations cliniques qui nous permettra de définir les limites du cerclage osseux.

PREMIERE PARTIE

GÉNÉRALITÉS

1. Principes de base du traitement des fractures

Quelles que soient les techniques d'ostéosynthèse utilisées, la consolidation des fractures est subordonnée à l'application de grands principes de base d'ordre mécanique et biologique.

1.1. Conditions mécaniques

La contention parfaite des fragments osseux après réduction est primordiale dans l'élaboration du cal de fracture.

Des mouvements relatifs des deux abouts, si faibles soient-ils, contrarient la consolidation osseuse et l'on assiste soit à un retard de consolidation soit à la formation d'une pseudarthrose hypervasculaire ou hypovasculaire (en fonction de l'importance de la mobilité). La fixité ne se réalise qu'au prix d'un montage stable et solide.

La mise sous pression positive du foyer de fracture, par son action stimulante sur le processus de remaniement des extrémités osseuses, doit être toujours recherchée quel que soit le type de montage utilisé. [16]

En outre, elle en améliore considérablement la stabilité. [1] [6] [26] [63] [69]

1.2. Conditions biologiques

Le respect des structures rencontrées au cours de l'intervention, qu'il s'agisse des tissus mous (muscles,

vaisseaux, nerfs), du périoste et même de l'os, doit être une règle sans cesse présente à l'esprit. Il va sans dire que la vascularisation propre de ces différents territoires est également concernée.

Nous verrons l'importance de ces structures dans l'étude de la vascularisation et surtout de la néovascularisation osseuse après ostéosynthèse. Les voies d'accès aux os longs, lorsqu'elles sont étudiées, permettent pour une grande part de limiter les effractions tissulaires. [67]

Une asepsie rigoureuse représente enfin le dernier impératif pour l'évolution vers la consolidation par conséquent la guérison de la fracture.

1.3. Considérations pratiques et économiques

Enfin, dans le cadre d'un exercice libéral de la profession, sont à considérer des conditions d'ordre pratique pour le chirurgien et économique pour le propriétaire.

En chirurgie vétérinaire, l'aspect économique ne doit pas être négligé sans toutefois hypothéquer d'aucune façon les chances de rétablissement du patient.

Nous verrons que, pour certains types de fractures, la méthode d'ostéosynthèse préconisée présente sur les plans pratiques et économiques d'immenses avantages. Bien entendu, sont à définir les limites de leur utilisation.

Retenons donc que l'ostéosynthèse requiert comme principes de base :

- fixité du montage
- traumatisme minimal
- asepsie rigoureuse.

Le choix d'une technique opératoire doit impérativement prendre en considération ces différents facteurs.

2. Considérations physiologiques : Vascularisation et Néovascularisation osseuses

Tout en restant au chapitre des généralités, ce paragraphe tentera d'éclaircir le problème de la vascularisation osseuse et surtout celui de la néovascularisation après ostéosynthèse sur un os long (fracturé ou pas).

De nombreux travaux ont été réalisés dans ce domaine sans que toutes les énigmes puissent être éclaircies ; toutefois, nous tâcherons d'établir une synthèse de ces résultats.

Ainsi, nous serons amenés à étudier successivement l'apport sanguin osseux physiologique, ce qu'il devient lors de fracture ou après effraction tissulaire et vasculaire, enfin l'importance du cerclage osseux sur un os sain et sur un os fracturé d'après les travaux de Lars GOTHMAN. [29] [30]

2.1. Vascularisation physiologique (os normal)

Des avis très différents furent exprimés par divers auteurs à propos de la vascularisation osseuse.

Pourtant, après de nombreux travaux, il apparaît que l'apport sanguin de l'os se fait par plusieurs voies, dont l'importance relative varie en fonction de la physiopathologie. [42] [57] [59]

La vascularisation osseuse reconnaît trois origines :

- la vascularisation centromédullaire (la plus importante sur un os sain) par l'intermédiaire des vais-

seaux dits nourriciers,

- la vascularisation périostée : petits vaisseaux capillaires perpendiculaires à l'axe du fût osseux,

- la vascularisation en provenance des tissus mous périphériques et pénétrant dans l'os au niveau des différentes insertions musculaires.

Les vaisseaux nourriciers pénètrent dans l'os par le trou nourricier (dont l'emplacement est variable suivant les individus, ainsi que le trajet à l'intérieur de la corticale [88]), et donne, à l'intérieur de l'os, une multitude de ramifications assurant d'une part la jonction diaphyso-épiphysaire (sur le chien adulte) et d'autre part l'irrigation d'une partie du cortex osseux (que nous étudierons plus en détail) (figures 1 et 2). [7] [88]

Le périoste pour sa part est vascularisé par de nombreux capillaires perpendiculaires à l'axe osseux.

Le réseau capillaire de la corticale est en continuité parfaite, d'une part avec le réseau capillaire périosté et, d'autre part, avec le réseau capillaire de la moelle osseuse.

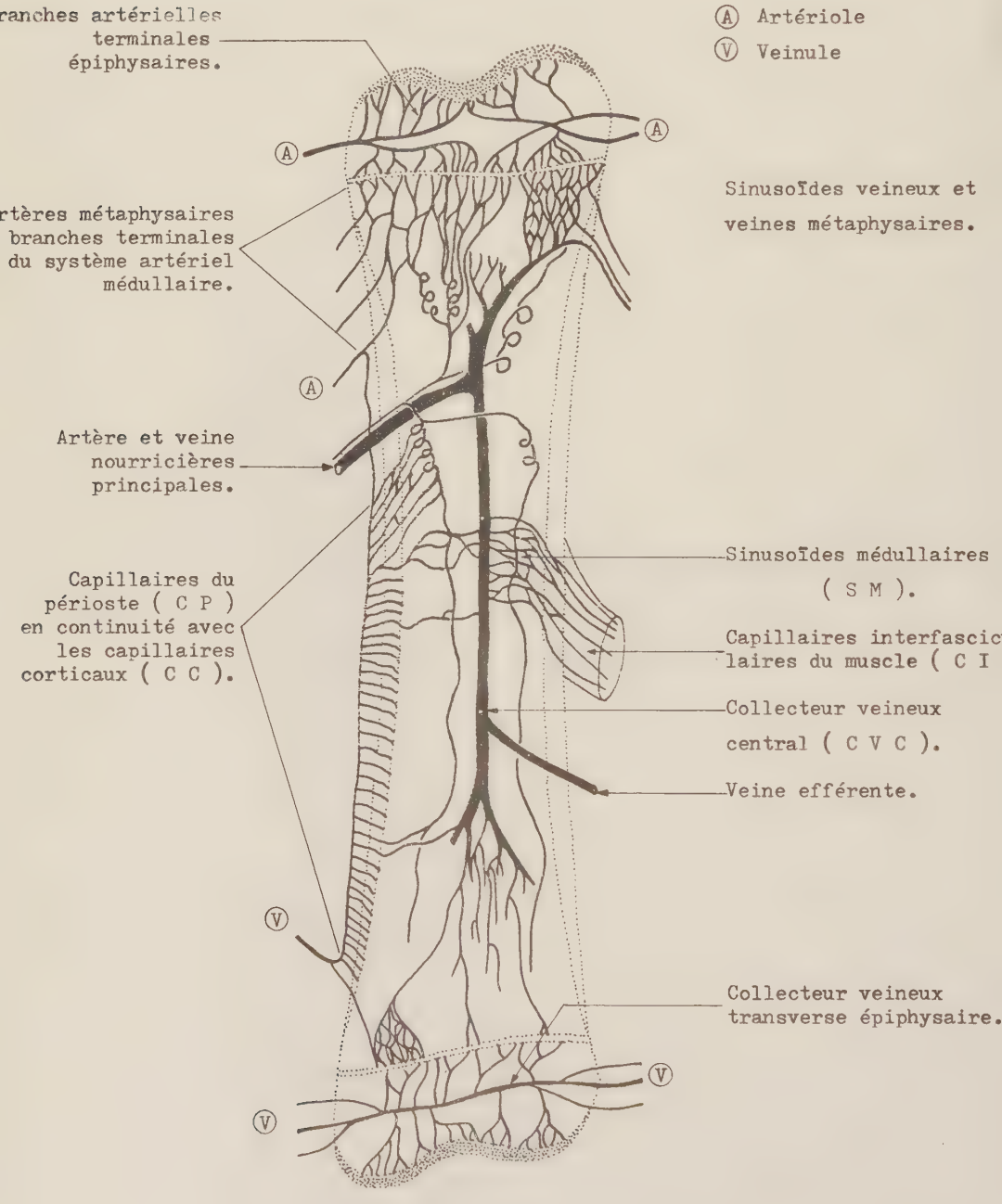
Dès 1957, BROOKES et HARRISON [11] [13] ont fourni un diagramme de l'organisation vasculaire d'un os long chez le rat (figure 3). Depuis, de nombreux travaux furent entrepris qui jamais ne rejetèrent ce modèle. [81]

L'utilisation de sulfate de baryum [12] a permis de déterminer le sens de la circulation sanguine corticale. Le cortex osseux est vascularisé pour les 2/3 ou 3/4 de son épaisseur par des vaisseaux d'origine médullaire [42] [89] , l'apport périosté et musculaire assurant la nutrition du reste de l'épaisseur, à condition que l'importance des

Figure 1
Artères intraosseuses du tibia chez le chien.
(RHINELANDER [71])

Figure 2
Artères intraosseuses de l'humérus chez le chien. (TOUREILLES [88])

Figure 3 Diagramme de la section longitudinale d'un os long illustrant la conception de la vascularisation osseuse (1957)
(BROOKES, HARRISON [13])



insertions musculaires sur l'os soit suffisante (figures 4 et 5). En effet, si l'on considère un fémur de chien, le périoste s'arrache facilement sur les faces antérieures et externes de la diaphyse et les insertions musculaires des muscles adducteurs sur les faces postérieures et internes sont très importantes.

Si nous nous trouvons en un point où le muscle glisse sur l'os, nous remarquons que la couche de conjonctif lache située entre le tissu musculaire et le périoste ne contient pratiquement pas de vaisseaux. Au contraire, aux endroits d'insertions de muscles dans le périoste, les anastomoses vasculaires sont plus développées. [22]

Selon les travaux de R. de Marneffe (1951), les apports vasculaires à la corticale d'origine médullaire ou périostée varient aux divers niveaux de la diaphyse : [22]

- en région proximale, les capillaires corticaux proviendraient en majeure partie de la cavité médullaire, l'apport périosté y serait pratiquement nul,

- dans la partie moyenne de l'os un certain nombre de capillaires périostés participeraient à l'irrigation de la corticale, l'apport médullaire étant moindre,

- enfin en région distale l'apport médullaire aurait disparu ; les capillaires corticaux dépendraient uniquement du réseau périosté.

Il faut donc remarquer que, sur l'os sain, la circulation sanguine au niveau de la corticale est surtout centrifuge [11] [12] [13] et tendrait à rejeter tous les procédés d'ostéosynthèse centromédullaire de type enclouage ; ce qui a été dit et contredit par la majorité des faits : nous verrons comment, en cas d'atteinte médullaire, se réa-

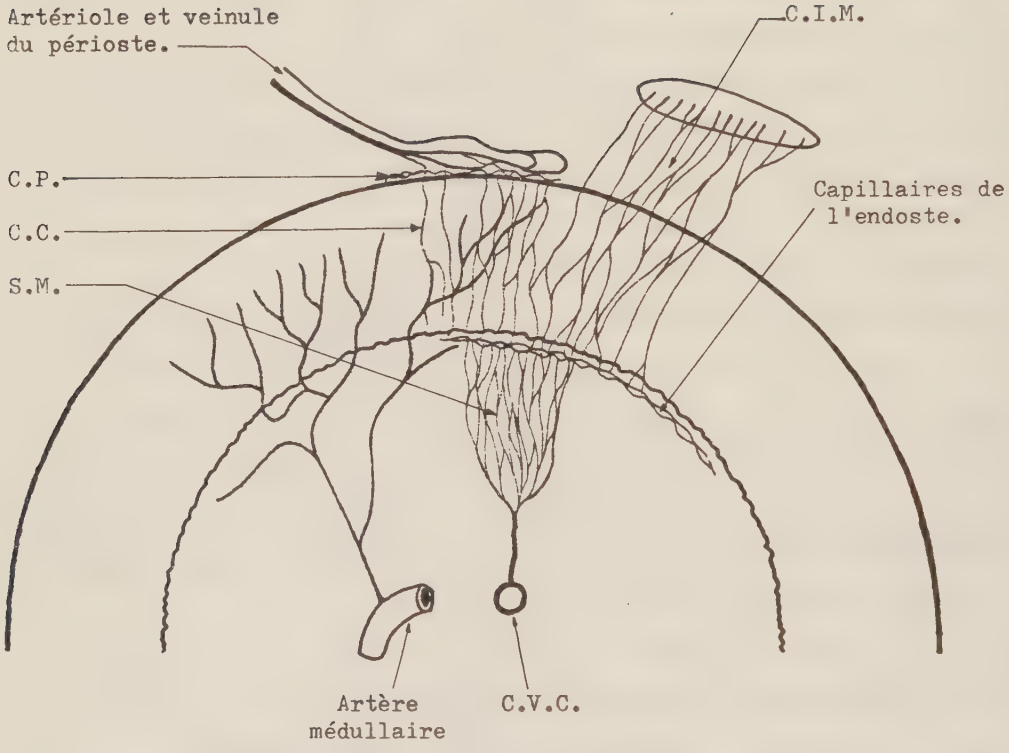


Figure 4

Diagramme d'une section transversale d'un os long, illustrant la conception de la vascularisation osseuse telle qu'elle fût décrite par BROOKES et HARRISON (1957) [13]

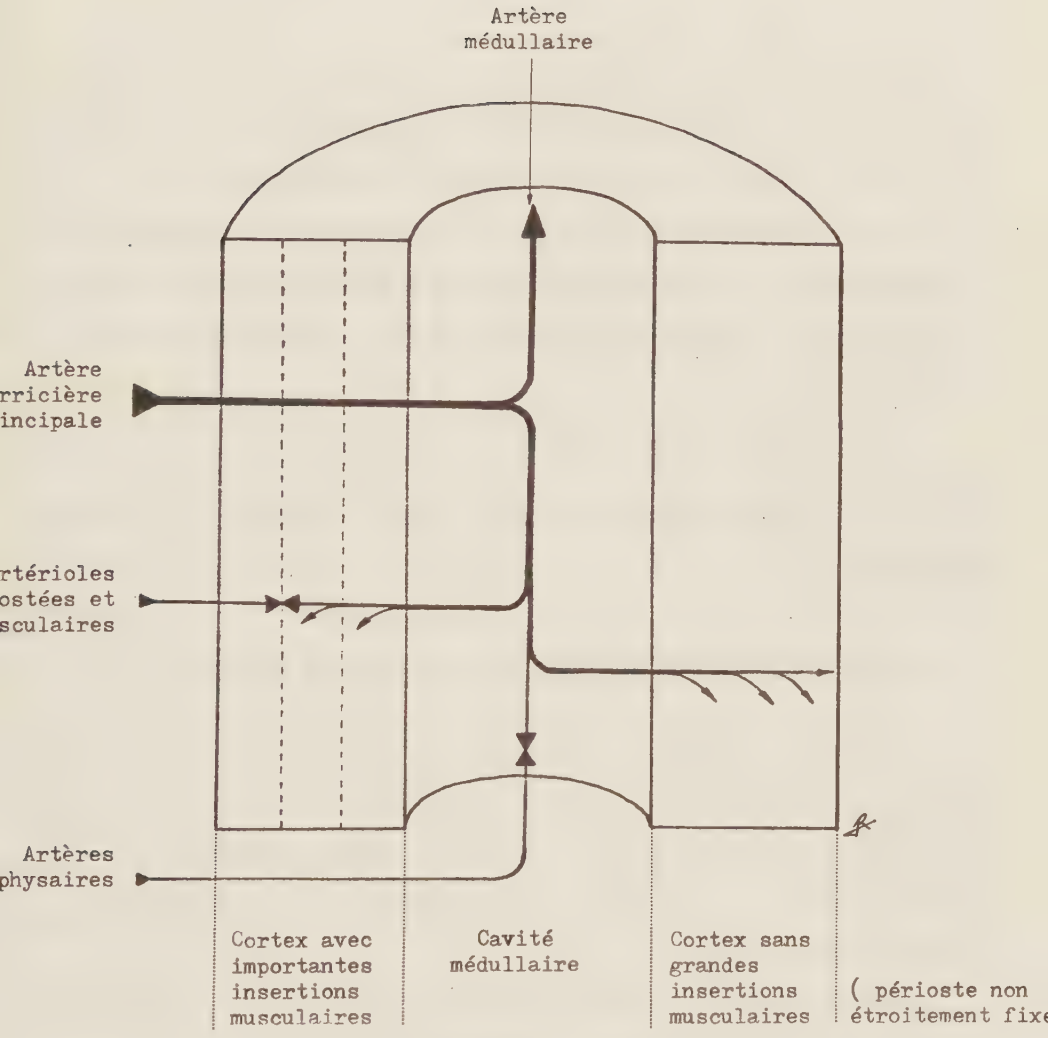


Figure 5 Distribution de la vascularisation afférente d'un os long adulte (RHINELANDER 1974) [72] .

lise la suppléance vasculaire.

Cette brève étude de la vascularisation osseuse n'a volontairement considéré que la diaphyse, car c'est elle qui fait véritablement l'objet de notre travail.

Pour l'os dans sa totalité, il existe des vaisseaux nourriciers épiphysaires de même que de nombreuses anastomoses épiphyso-métaphysaires ainsi que métaphyso-diaphysaires (figure 3).

Après avoir montré quelle était la vascularisation physiologique, il nous faut étudier ce qu'elle devient après atteinte tissulaire pathologique (fracture) ou expérimentale.

2.2. Néovascularisation pathologique (os fracturé)

Quand une fracture se produit, immédiatement un épanchement sanguin se fait au niveau du foyer ; très rapidement cet hématome se coagule, c'est le début de l'organisation du foyer fracturaire vers l'ossification réparatrice. [54]

L'importante hémorragie a pour origine la rupture de la circulation sanguine intra-osseuse (médullaire) essentiellement. [72] Ainsi, selon le type de fracture, cet écoulement sanguin est plus ou moins abondant.

Sur les fractures en bois vert ou les fractures fermées sans déplacement, la vascularisation médullaire n'est pas trop endommagée ; par contre, en présence d'un chevauchement important des fragments osseux, elle est complètement interrompue.

La consolidation d'une fracture nécessite une néovas-

cularisation importante. La microangiographie dans ce domaine, a permis d'éclaircir sinon d'élucider le problème de la néovascularisation osseuse après fracture. Il apparaît qu'en fonction du degré d'atteinte de la vascularisation médullaire (déplacement respectif des abouts osseux l'un par rapport à l'autre plus ou moins grand) la néovascularisation d'origine périphérique soit plus ou moins importante. [71] [74] [77]

Dans le cas de déplacement très faible, voire nul, nous retrouvons à très peu près le schéma de la vascularisation, décrit précédemment avec prédominance de l'apport médullaire pénétrant le cortex sur presque toute son épaisseur.

Par contre, lors de déplacement important des abouts osseux, après réduction de la fracture à foyer fermé et contention par un bandage plâtré, les principaux vaisseaux médullaires ayant été rompus, la vascularisation d'origine périostée se révèle avoir un rôle primordial au cours des premières phases de la réparation osseuse. (*)

Il est tout de même utile de remarquer le nombre relativement important de pseudarthroses survenues en raison de l'immobilisation incorrecte des membres fracturés. [41]

Cette rapide analyse nous montre que, tout en suivant

(*) La microangiographie nous dévoile que la néovascularisation périostée est perpendiculaire à l'axe du fût osseux et non longitudinale, ce qui est tout à fait caractéristique et pourrait expliquer, dans une certaine mesure, les images radiologiques dites "en peigne" des périostoses.

le schéma classique de l'inflammation (phase vasculaire, phase cellulaire), l'organisme peut réagir selon de nombreuses modalités.

En fonction de l'importance des lésions, divers moyens sont mis en oeuvre ; la vascularisation d'origine périostée peut ainsi suppléer l'apport médullaire, si celui-ci est entravé. [44]

RHINELANDER (1974) étudiant la vascularisation tibiale en relation avec la réparation des fractures, [72] a montré l'importance de l'apport sanguin à partir des tissus mous "péri-osseux" quand l'apport médullaire est entravé. Ces travaux ont ainsi souligné que le chirurgien orthopédiste ne devait pas se contenter d'une reconstruction osseuse stable, solide, parfaite, mais s'efforcer de respecter les tissus périphériques (muscles) ainsi que leurs insertions sur l'os.

Lors d'une fracture, l'apport sanguin médullaire est interrompu, la suppléance se fait alors à partir des vaisseaux périostés et des vaisseaux provenant des muscles périphériques aux niveaux de leurs insertions sur l'os ; dans ces conditions, dépérioster un os ou déchirer les insertions musculaires sont synonymes de dévitaliser ; par conséquent, la consolidation d'une fracture, même correctement apparaillée, est au moins retardée sinon empêchée.

2.3. Néovascularisation expérimentale

De nombreux auteurs se sont attachés à étudier l'importance relative des apports sanguins vers l'os en pratiquant des lésions vasculaires segmentaires et analysant les troubles provoqués.

D'autres ont examiné les conséquences de l'application de cerclages métalliques sur l'os.

Pour une meilleure approche des problèmes de néovascularisation osseuse, nous envisagerons dans un premier temps les atteintes vasculaires expérimentales et les résultats décrits dans la littérature, dans un second temps un compte rendu aussi bref mais concis que possible sera fait sur les remarquables travaux de Lars GOTHMAN (1959-61) concernant l'application de cerclages métalliques et les transformations vasculaires locales qui en résultent. [29] [30]

2.3.1. Atteinte vasculaire expérimentale

Comme nous l'avons vu dans un chapitre précédent, la vascularisation osseuse reconnaît plusieurs origines :

- les vaisseaux nourriciers principaux,
- un apport métaphysaire,
- la vascularisation externe périostée et en provenance des tissus mous périphériques (muscles).

Dans ces conditions, étudions les conséquences de l'altération de l'un ou plusieurs de ces apports.

2.3.1.1. Suppression de l'apport nourricier

Plusieurs techniques furent utilisées pour réaliser cette privation d'apport de sang vers l'os, [51] allant de la simple section de l'artère nourricière, jusqu'à un curetage de la cavité médullaire et le comblement de celle-ci. [50]

Quel ne fût pas l'étonnement des chercheurs, constatant que la diaphyse du fémur à artère nourricière sectionnée ne manifeste pas de signes de souffrance décelable histologiquement et radiologiquement. [39] En 1934 (travaux de K. HOUANG [38]) l'artère nourricière des os longs ne serait essentielle que pour le maintien de la fonction hématopoïétique médullaire, son rôle dans la formation du cal serait bien médiocre. [48]

En 1951 les travaux de Robert De MARNEFFE [22] ont envisagé :

- d'une part la suppression de l'artère nourricière principale par écrasement contre la diaphyse au moyen d'une ligature enserrant le fût osseux ; ainsi, par un procédé d'injection vasculaire à l'encre de chine et après une étude histologique, on relève des lésions très discrètes du tissu osseux compact en région interne ;

- d'autre part, le curetage intra-osseux suivi de l'injection dans la cavité médullaire de paraffine supprime parfaitement l'apport vasculaire interne de la corticale sans entraver l'irrigation périostée ni l'irrigation provenant des métaphyses par les canaux de HAVERS

Dans ces conditions, les capillaires de la partie interne de la corticale sont dépourvus d'encre de chine, seuls ceux de la partie externe et le réseau périosté sont convenablement injectés. Histologiquement les lésions de nécrose avasculaire (*) se présentent en face interne de la corticale.

En résumé, nous constatons un gradient lésionnel décroissant du centre vers la périphérie de l'os.

Dans l'ensemble, De MARNEFFE conclut que les lésions observées sont peu importantes et que le tissu osseux compact diaphysaire paraît peu influencé par la suppression de son apport vasculaire interne.

En 1965 MAURER, ZUCMAN et LEWALLE, [55] étudiant le rôle de la vascularisation dans l'ostéogénèse réparatrice, constatent une réaction hypervasculaire, après alésage de la cavité médullaire suivi de la mise en place d'un petit clou de Küntscher, se traduisant par un épaississement du périoste et l'apparition en son sein de nombreux vaisseaux parallèles, perpendiculaires à l'axe de l'os, une apposition d'os nouveau vers la deuxième ou troisième semaine et une résorbtion osseuse en face interne.

(*) Nécrose avasculaire se traduisant histologiquement par des ostéocytes altérés, avec un noyau pâle et décentré.

Par endroit, certains ostéoplastes sont entièrement déshabités et agrandis. Les prolongements ostéocytaires sont amincis, fragmentés et décollés du corps cellulaire.

Altérations se présentant par petites plages.

Dans ces expériences, la réaction périostée s'est toujours montrée très intense allant jusqu'à un épaississement très important des corticales s'étendant sur toute la hauteur de la diaphyse.

2.3.1.2. Suppression des apports métaphysaires [22]

Le principe consiste à isoler la diaphyse des extrémités de l'os (fémur) par deux sections faites à la scie circulaire. Pour l'extrémité supérieure le trait de scie est transversal et passe dans le grand trochanter. Un fil métallique perforant les deux corticales de chaque fragment coapte les surfaces osseuses. Pour l'extrémité inférieure, le trait de scie est réalisé très obliquement dans la partie distale de la diaphyse. Les deux fragments sont maintenus au contact l'un de l'autre par trois ou quatre cerclages métalliques. L'expérience est parfaite s'il persiste un peu de mobilité au niveau des deux fractures. Elle évite, durant un certain temps, la formation de ponts vasculaires entre les surfaces osseuses.

Par un tel montage, les vascularisations nourricière et périostée sont conservées ; ainsi il ne peut être mis en évidence de lésions importantes de la diaphyse si ce n'est au niveau des traits de scie.

Cette expérimentation reste intéressante car elle permet de montrer qu'une ostéosynthèse réalisée avec des cerclages métalliques puisse être fragile, ne pas permettre l'installation de "ponts vasculaires" corticaux, donc une consolidation angiogène primaire.

Réapparaît ainsi la notion de fixité du montage qui doit être un souci constant pour le chirurgien orthopédiste.

2.3.1.3. Suppression de l'apport vasculaire externe [22]

Par une incision latérale longitudinale externe de la cuisse, la diaphyse fémorale est facilement découverte. Cette voie est absolument exsangue. On peut alors laisser le périoste adhérent à la diaphyse et découper progressivement les muscles tout autour ou bien inciser le périoste longitudinalement et le décoller entièrement de la diaphyse sur quelques centimètres de longueur. Ainsi préparé, l'os est enveloppé d'une gaine synthétique.

Après un délai expérimental de quatorze jours, après injection, seuls les capillaires de la moitié interne contiennent de l'encre de chine, et de façon moins intense que sur le témoin. L'artère nourricière étant restée intacte, la cavité médullaire est normalement colorée.

Comparativement, on retrouve ici un gradient lésionnel décroissant de la périphérie vers le centre de l'os, mais plus important que lors de la suppression de la vascularisation médullaire.

Dans l'ensemble, les lésions osseuses de nécrose avasculaire qui surviennent après la suppression de l'apport vasculaire périosté sont remarquables. Elles retentissent sur la plus grande partie de la moitié externe de la corticale diaphysaire.

2.3.1.4. Isolement vasculaire total

Cet isolement est réalisé [22] en sciant un fragment quadrangulaire du cortex osseux qui est ensuite largement libéré de toute attache environnante et replacé dans son lit, ceci étant associé à un curetage intraosseux et un dépériostage circonférentiel de l'os. Ainsi, un morceau de la corticale est totalement isolé au point de vue vasculaire.

D'après De MARNEFFE, si le trait de fracture est large et la vitesse de rotation de la scie grande, le fragment ainsi isolé n'a aucune tendance à se ressouder, l'échauffement important entraînant une nécrose locale.

Les lésions ainsi obtenues traduisent la nécrose osseuse avasculaire. Seule la présence de quelques ostéocytes d'aspect normal plaide en faveur d'une certaine survie cellulaire possible au sein du tissu osseux.

2.3.1.5. Remarque : Cas d'une autogreffe expérimentale

Holden (1972) [37] a montré l'importance de l'apport sanguin, à partir des tissus mous périphériques, dans la consolidation d'autogreffes réalisées sur radius de lapins.

L'expérience consiste à isoler un fragment de radius (d'un centimètre de longueur environ au niveau de la jonction 1/3 proximal, 1/3 moyen) et de le replacer ainsi dévitalisé dans son lit sans autre moyen de contention. Un lot témoin est réalisé de cette façon.

Sur un autre lot, les animaux subissent également des lésions musculaires périphériques. Un fragment de radius est isolé tout comme dans le lot témoin, mais les muscles péri-osseux sont disséqués et enveloppés dans une gaine synthétique afin d'étudier leur rôle dans la consolidation [37] .

Sur le lot témoin au bout de 3 semaines un cal radio opaque apparaît et en 6 semaines il n'y a plus de traces des lésions infligées ; alors que sur le second lot, il est constaté un retard très net de la consolidation lié à l'ischémie musculaire réalisée expérimentalement. Cependant, il n'y a pas de correlation entre l'activité musculaire et la rapidité de la consolidation [37] .

Ainsi, l'accent est mis de nouveau sur l'importance du respect des structures périfracturaires (des muscles en particulier) en raison du rôle considérable qu'ils jouent dans la néovascularisation.

2.3.2. Cerclage osseux expérimental

Quand on parle de vascularisation osseuse et plus particulièrement de néovascularisation expérimentale, les travaux de Lars GOTHMAN 1959, 1960, 1961, [29] [30] constituent véritablement l'élément de base du point de vue bibliographique sur ce sujet. A notre connaissance, personne d'autre ne réalisa d'expérimentation consacrée au cerclage.

Nous tâcherons donc, à partir de ces travaux, de résumer

l'essentiel de la réponse vasculaire de l'os, et nous essayerons de tirer quelques conclusions quant au cerclage osseux et à son utilisation en orthopédie dans la pratique courante.

Dans un premier temps, il s'agira d'étudier la vascularisation d'une part après exposition chirurgicale d'un os, et, d'autre part, application de cerclage métallique sur tibia de lapin.

Dans un second temps, nous envisagerons la néovascularisation après cerclage métallique sur fracture du tibia, chez le lapin.

2.3.2.1. Néovascularisation après exposition et cerclage [29]

Principe et technique

Il s'agit d'étudier, au moyen de l'examen clinique, radiographique et microangiographique, les modifications vasculaires locales causées après exposition chirurgicale d'un tibia et application de fils métalliques enserrant l'autre tibia chez un lapin.

Un tibia est soumis à un épluchage extrapériosté énergique, distalement par rapport au point d'entrée des vaisseaux nourriciers et à la synostose tibiofibulaire.

Sur le second tibia du même animal, en outre, sont disposés deux cerclages métalliques extrapériostés (acier inoxydable, diamètre 0,4 mm) à un centimètre de distance environ. Les deux brins de chaque cerclage sont torsadés

fermement. Aucun contact ne doit être établi entre les ligatures métalliques.

L'observation se poursuit sur une période de 19 semaines. Le grand intérêt de ce travail, réside dans le fait que chaque lapin est, en fait, à la fois l'élément témoin et le sujet d'expérience.

Résultats

Au niveau des cerclages, apparaît un épaississement mou d'abord puis ferme et devenant radioopaque dès la 2ème semaine. Ce cal est très important en 2ème et 3ème semaine, puis progressivement régresse.

Ce dépôt est également plus important ventralement et médialement ce qui correspond à la position de l'hématome au moment où le traumatisme fut infligé. D'ailleurs, il est présent du côté soumis uniquement à une exposition chirurgicale mais moins important et persistant moins longtemps.

La réaction vasculaire locale sur un membre postérieur a une apparence caractéristique avec le développement de nombreux vaisseaux rayonnants vers l'hématome, ou plutôt ce qu'il en reste.

Plus tard après le traumatisme, seulement un certain nombre de petits vaisseaux minces sont dirigés vers le dépôt radioopaque sur le tibia tandis que la plupart des ramifications suivent un trajet quelconque. La réaction vasculaire est en général beaucoup moins prononcée qu'en cas de fracture, et plus vive dans les portions correspondant

au plus grand cal déposé sur le tibia (ventralement et médialement).

Les artères périostées, qui paraissent n'être que légèrement endommagées par les cerclages, ne participent que pour une faible part à la réaction vasculaire locale.

Dans les quelques cas où le cal est étroit et mince, les artérioles périostées sont légèrement soulevées de la surface de l'os et donnent naissance à de petits vaisseaux courant vers et dans le cal.

Mais la part la plus grande de la réponse vasculaire revient incontestablement aux tissus mous périphériques (muscles) à partir desquels s'établit la néovascularisation.

L'exposition chirurgicale du membre, où l'application de cerclages métalliques paraîssent ne pas avoir de conséquences fâcheuses sur la vascularisation du cortex osseux qui, en microangiographie, reste parcouru par des vaisseaux d'apparence correcte et en nombre suffisant.

Dans les rares cas où fut constaté une érosion osseuse sous les cerclages, des modifications de la néovascularisation ne purent être décelées et l'on assista uniquement à une déminéralisation locale ; la pression des cerclages est insuffisante pour causer, à elle seule, une lésion osseuse, mais un autre facteur est nécessairement requis. Pour certains auteurs, il ne fait aucun doute qu'une attaque chimique, voire électrobiochimique, est en cause.

En résumé, la microangiographie permet de confirmer que les cerclages métalliques, même extrapériostés, n'al-

tèrent pas la vascularisation osseuse, et que la néovascularisation post-traumatique reconnaît pour origine, bien sûr, les artérioles périostées, mais surtout les vaisseaux des tissus musculaires périphériques.

2.3.2.2. Néovascularisation de fractures traitées par cerclages

Principe et technique :

Avec le même matériel et suivant des méthodes similaires sont étudiées les modifications vasculaires locales après fracture expérimentale du tibia chez le lapin, traitée par application de cerclages métalliques.

Après exposition chirurgicale du tibia, une fracture expérimentale longue et oblique est pratiquée, réduite et immobilisée au moyen de deux cerclages (acier inoxydable, diamètre 0,4 mm) extrapériostés. Le membre ainsi opéré est ensuite recouvert d'un bandage plâtré. Le membre opposé est laissé intact.

L'étude se poursuit sur une durée de vingt-sept semaines au moyen d'investigations poussées telle que la microangiographie.

Résultats

Quarante-cinq animaux sont étudiés, sur dix cas un des deux cerclages s'est rompu ou a glissé, accidents rapportés à une mauvaise application des fils métalliques sur des

fractures trop transversales.

Immédiatement après l'opération, les mouvements de rotation sont beaucoup moins importants que lors d'enclouage centromédullaire habituel.

Cliniquement, toutes les fractures sont suffisamment stables après trois semaines.

L'examen radiographique montre l'apparition d'un cal de fracture dès la deuxième semaine : il est alors petit et court et se présente comme un simple dépôt à la surface du périoste. Il est quelque peu plus épais latéralement et dorsalement.

A trois ou quatre semaines, le cal se densifie et ponte le trait de fracture sur toutes les faces de l'os.

Entre six et neuf semaines, le cal se rétrécit, se densifie toujours mais le trait de fracture est encore visible.

De treize à vingt-sept semaines, il est impossible de distinguer un cal réel, il s'agit plutôt d'un simple épaississement de la corticale, le trait de fracture n'est plus visible.

Quelquefois on constate une légère érosion osseuse au niveau des cerclages après deux mois, mais jamais de nécrose osseuse profonde à ce niveau.

L'examen microangiographique montre les aspects de la néovascularisation.

Au quatrième jour, il y a un petit hématome fracturaire qui déjà commence à être colonisé par de petits vaisseaux

d'origine musculaire.

Entre sept et dix jours la réaction vasculaire est plus vive avec de nombreux vaisseaux rayonnant vers le trait de fracture, la plupart en provenance des tissus périphériques, mais également d'origine périostée et médullaire.

Sur les fractures âgées de deux semaines, la réaction vasculaire s'accroît de façon appréciable et un grand nombre de vaisseaux tortueux irréguliers convergent vers le trait de fracture. Le périoste semble participer très légèrement à cette réaction vasculaire. En effet la mise en évidence de vaisseaux périostés était impossible durant les dix premiers jours, plus tard les artérioles périostées apparaissent à l'exception de courtes interruptions ou constrictions au niveau des cerclages. Dans la corticale des vaisseaux sont mis en évidence même au voisinage du trait de fracture.

Entre trois et quatre semaines, la néovascularisation d'origine musculaire est toujours très importante mais s'organise quelque peu et devient plus uniforme autour du tibia, les vaisseaux irréguliers semblent régresser. La néovascularisation médullaire s'accroît.

Sur les fractures âgées de cinq à neuf semaines, la réaction vasculaire des tissus mous périphériques diminue de façon marquante et se limite à une zone au niveau du foyer de fracture et la réaction médullaire s'intensifie.

Jusqu'à la vingt-septième semaine, avec la consolidation, la réaction vasculaire s'estompe et tout semble progressivement rentrer dans l'ordre.

Discussion

La réaction vasculaire au niveau de fractures traitées par cerclages est considérablement plus intense que celle induite par la simple application de fils métalliques sur un os non fracturé.

Dans le cas d'une simple exposition chirurgicale d'un os et mise en place de cerclages, la réaction vasculaire intense se réalise à partir de l'hématome formé sur les faces de l'os où les insertions musculaires sont peu importantes (ventralement et médialement). Il est alors possible de trouver là un rôle au conjonctif limitant l'hématome, par exemple pour une pénétration vasculaire du coagulum en voie d'organisation.

Dans le cas de fractures contenues par cerclages, le traumatisme infligé est plus grand, la réaction vasculaire très intense à tous les niveaux mais plus spécialement sur les faces de l'os où les insertions musculaires sont importantes (dorsalement et latéralement).

Dans les deux cas, les artères périostées participent très peu à la réaction vasculaire.

La néovascularisation médullaire rapide traduit le fait que le traumatisme infligé n'a pas beaucoup endommagé la cavité médullaire (comme le ferait une broche par exemple) et qu'elle a pu participer de façon active à la phase vasculaire de la réaction.

Cette série d'expériences, comme la précédente, n'a

pas pu démontrer que la présence de cerclages sur un fût osseux entravait la vascularisation de celui-ci.

Aucune nécrose osseuse profonde ne fut constatée. La vascularisation de la corticale et du cal était comparable au niveau des cerclages et ailleurs, même dans les cas où le cerclage était inclus dans le cal. [61]

2.4. Conclusion

Très schématiquement, pour conclure et résumer ce chapitre sur la vascularisation et la néovascularisation osseuse, il est nécessaire de souligner quelques points précis.

- La circulation sanguine au niveau du cortex osseux en l'absence de tout traumatisme est essentiellement centrifuge.

- En présence d'une fracture, la suppléance vasculaire se réalise, non seulement avec des vaisseaux déjà présents, mais également à partir des structures musculaires voisines, par conséquent, la néovascularisation osseuse peut être entravée par dévitalisation de fragments ou par lésions tissulaires périphériques.

- Entraver la néovascularisation osseuse signifie retarder la consolidation d'une fracture.

- Le tissu osseux non vascularisé évolue vers la nécrose avasculaire.

- L'application expérimentale de cerclages métalliques sur des os, fracturés ou non, n'entraîne pas de lésions microangiographiquement visibles et n'altère pas significativement la néovascularisation.

DEUXIEME PARTIE

LE CERCLAGE OSSEUX

1. Définition. Conséquences

1.1. Terminologie

D'une manière générale nous appelons Cerclage, tout procédé de contention péri-osseuse de fragments, utilisé, seul ou associé à d'autres techniques, afin de réaliser la reconstruction parfaite d'un os fracturé.

L'os ainsi reconstruit se trouve entièrement recouvert par le cerclage, ce qui distingue Cerclage osseux de suture osseuse : dans ce cas, le fil est placé à la faveur de trous percés dans la corticale ("hémi-cerclage" par exemple).

Le terme Cerclage osseux est tout à fait synonyme de ligature osseuse dans le cas où le matériel utilisé est un fil (résorbable ou irrésorbable) (figure 6).

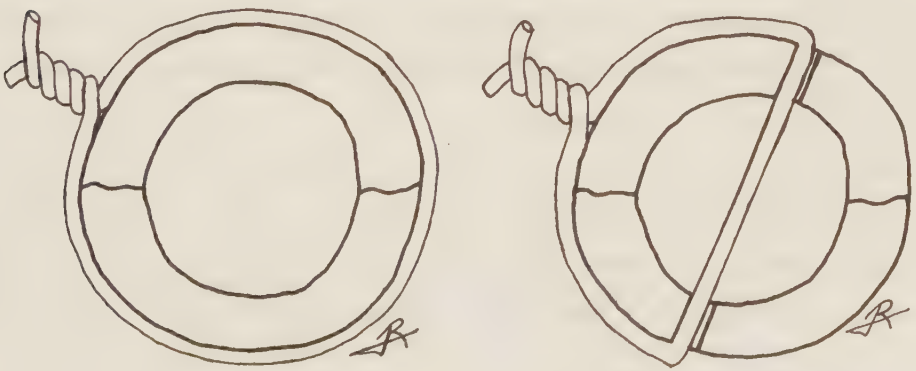


Figure 6

Différence entre ligature osseuse (cerclage) et suture osseuse (hémi-cerclage).

1.2. Choix d'une technique

Après une telle définition, la première pensée est, qu'il existe une multitude de matériaux convenant et pouvant être utilisés. De même, bon nombre de Techniques sont préconisées dans la littérature, à des fins de cerclage.

Pour nos travaux, nous avons choisi une technique que nous exposerons en détail, il s'agit de l'application de fils métalliques (en acier inoxydable) au moyen du tord-fil de Loute pour les grands carnivores domestiques, ou à la pince à mors plats chez les animaux plus légers (petits chiens et chats).

1.3. Les os considérés

Les cerclages sont appliqués sur des os longs, dont le fût est approximativement cylindrique.

Il faut donc essentiellement associer l'idée de cerclage à la considération des fractures diaphysaires du fémur, du tibia, et de l'humérus.

En ce qui concerne les os de l'avant bras, la mise en place de ligatures métalliques est fort rare, car d'autres techniques permettent une réduction tout à fait satisfaisante : l'emploi des fixateurs externes par exemple [28] [31] .

Après une étude des indications possibles du cerclage, nous envisagerons, dans cette deuxième partie de notre travail, les différents matériaux utilisables ainsi que les procédés d'application. Enfin, nous justifierons le choix que nous avons fait et préciserons la technique du Cerclage osseux.

2. Buts

Compte tenu de la grande diversité des fractures rencontrées chez les carnivores domestiques, et de l'éventail des techniques qui se trouvent à notre disposition, nous allons tâcher de montrer quelle peut être la part du Cerclage osseux en orthopédie vétérinaire.

Les fractures rencontrées font que nous utilisons surtout le cerclage en association avec l'enclouage centromédullaire simple ou fasciculé, c'est pourquoi nous commencerons par préciser l'indication du Cerclage osseux lors de l'utilisation de cette technique. Des fixateurs externes peuvent parfois compléter l'association cerclage-enclouage. Nous montrerons ensuite qu'il est possible voire indispensable de l'associer à une plaque vissée.

L'éventualité de l'utilisation du Cerclage osseux seul, tout comme le vissage isolé n'est pas exclue. Enfin, nous verrons ce qu'il convient de penser d'une contention externe du membre.

2.1. Cerclage et Enclouage Centromédullaire

En clinique, nous rencontrons un grand nombre de fractures de différents types. Se pose alors le problème du choix de la technique de réduction.

Pour beaucoup de ces fractures l'enclouage centromédullaire simple ou fasciculé, direct mais souvent rétrograde,

reste indiqué.

Par ailleurs, la possibilité d'utiliser le Cerclage osseux permet d'opter pour l'enclouage centromédullaire pour des fractures très complexes qui, pour d'autres, nécessiteraient la mise en place d'une plaque vissée.

Devant la diversité des fractures, quelle est l'indication du Cerclage osseux ?

2.1.1. Fracture simple, transverse avec traits de refent

Les fractures avec traits de refent (fût osseux fendu en long) se présentent plus fréquemment sur des animaux lourds (en général au dessus de vingt kilogrammes).

Dans ces cas là, l'enclouage centromédullaire fasciculé est préféré.

Le fût osseux devant être comblé par un ensemble plus ou moins important de broches, il est nécessaire de placer au préalable des cerclages métalliques en regard du trait de refent (figures 7 et 8). Un seul cerclage peut éventuellement suffire, mais il est tout à fait réalisable d'en disposer plusieurs, c'est ainsi que l'on a pu avoir, sur un tibia en médecine humaine, six ou même sept cerclages. [73]

Au cours de l'intervention, il est prudent de rechercher ces fissures osseuses sur les deux fragments même si un seul trait est visible, car nous avons pu constater que lorsqu'un about osseux est fendu, la probabilité pour que

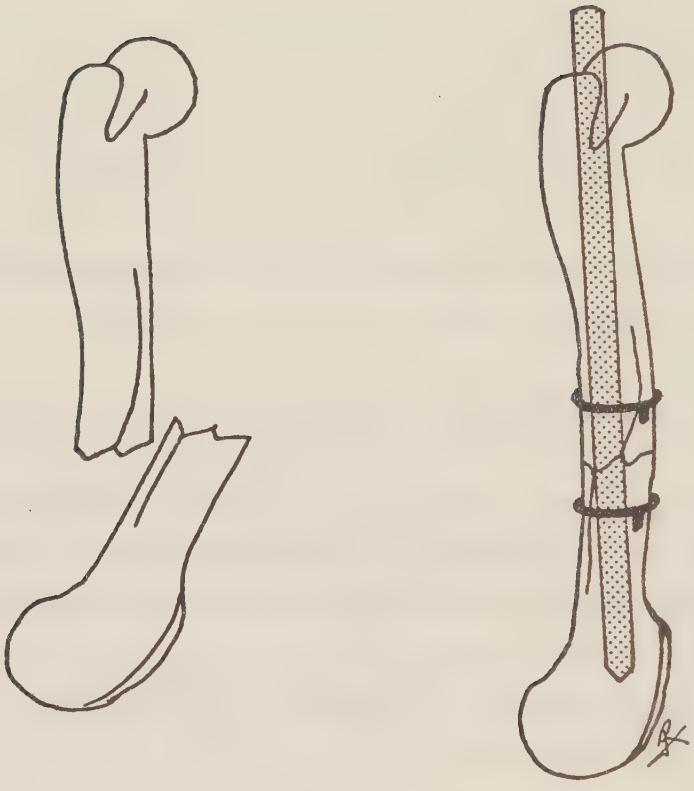


Figure 7

Utilisation du cerclage sur traits de refent : 1 cerclage sur chaque fragment et réduction par enclouage centromédullaire simple rétrograde.

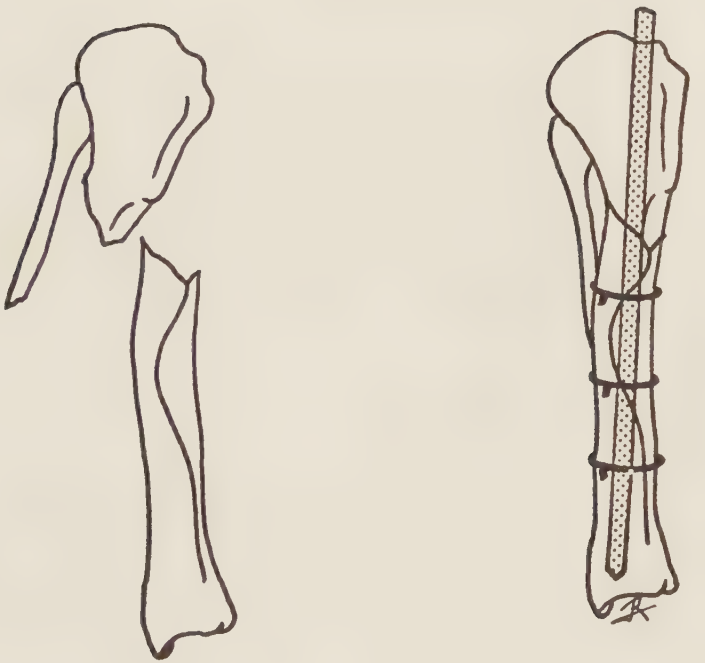


Figure 8

Sur un trait de refent long, plusieurs cerclages peuvent être appliqués en complément de l'enclouage centromédullaire.

l'autre le soit également est grande.

Remarquons que, sur un animal lourd, un enclouage centromédullaire fasciculé sans cerclage n'est pas une technique à retenir en présence de traits de refent. En effet, la pression exercée sur la face interne de la corticale de l'os est fort grande donc la stabilité du montage réalisé très insuffisante.

2.1.2. Fracture simple oblique

Pour pouvoir appliquer une ou plusieurs ligatures métalliques sur une telle fracture, il est nécessaire que l'obliquité générale du trait de fracture soit suffisante. [34] [52]

Le trait de fracture doit avoir une longueur (radiologique) au moins égale à deux fois le diamètre de l'os. [9]

Dans ces conditions il est possible de placer une, ou deux ligatures métalliques, pour parfaire la réduction établie par l'enclouage centromédullaire (figures 9 et 10). [15] [25] [31]

Les fractures spiroïdes constituent l'application type du Cerclage osseux. [5] La mise en place de plusieurs anses métalliques est souvent nécessaire (figure 8). La rotation relative d'un fragment par rapport à l'autre est ainsi très bien limitée. [8]

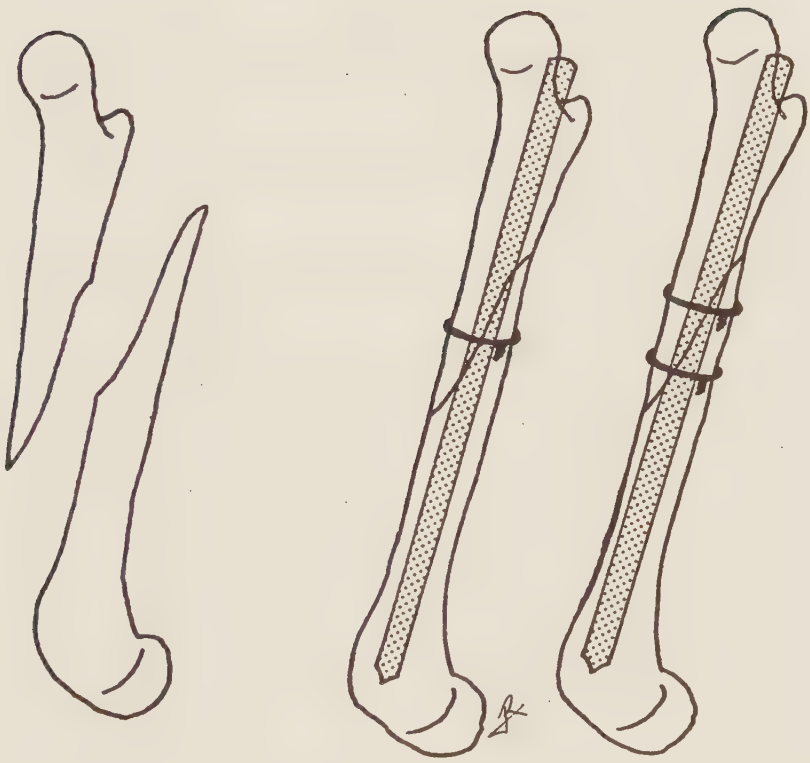


Figure 9

Sur un long biseau, il est possible d'appliquer un et même deux cerclages.

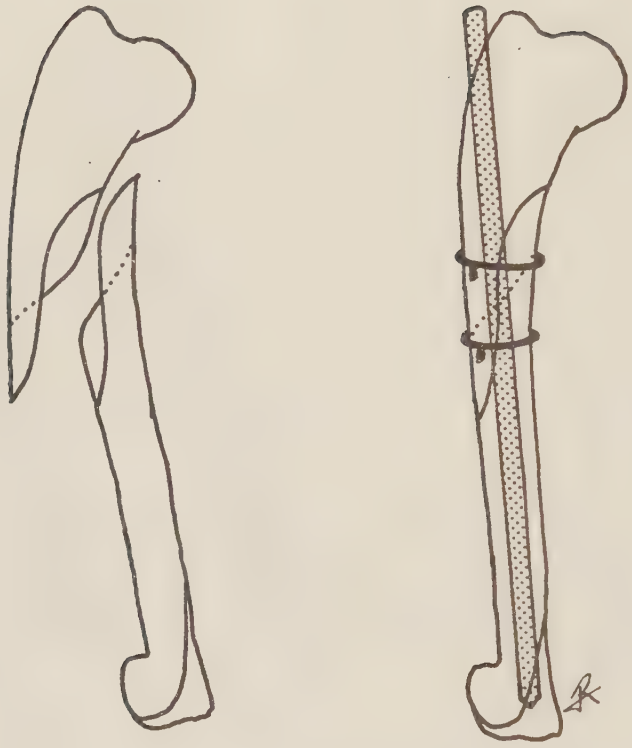


Figure 10

L'application de cerclages sur une fracture oblique ou spiroïde associée à l'enclouage permet de parfaire la réduction et de limiter efficacement la rotation d'un fragment par rapport à l'autre.

Dans tous ces cas, il apparaît donc que le cerclage croise le trait de fracture une ou plusieurs fois.

2.1.3. Fracture complexe comprenant une grosse esquille

Les deux abouts proximal et distal peuvent venir en contact l'un de l'autre.

L'enclouage centromédullaire permet de les réunir tandis que un ou plusieurs cerclages peuvent rapporter l'esquille et la solidariser au massif osseux reconstruit. [25]

Selon le type, une seule ligature peut suffire, dans le cas où l'esquille, rattachée à un des deux fragments, transforme la fracture complexe en fracture simple transversale justifiable d'un enclouage centromédullaire.

Quelquefois, deux cerclages sont indispensables pour solidariser l'esquille avec l'about proximal d'une part et l'about distal d'autre part. (figures 11 et 12)

L'esquille rapportée à un fragment transforme la fracture complexe en fracture simple oblique. [85]

Ainsi apparaît, avec la nécessité d'avoir une longue esquille, une limite de la technique du Cerclage osseux, car il n'est pas envisageable d'utiliser les ligatures métalliques pour rapprocher des esquilles d'une taille inférieure au diamètre de l'os.

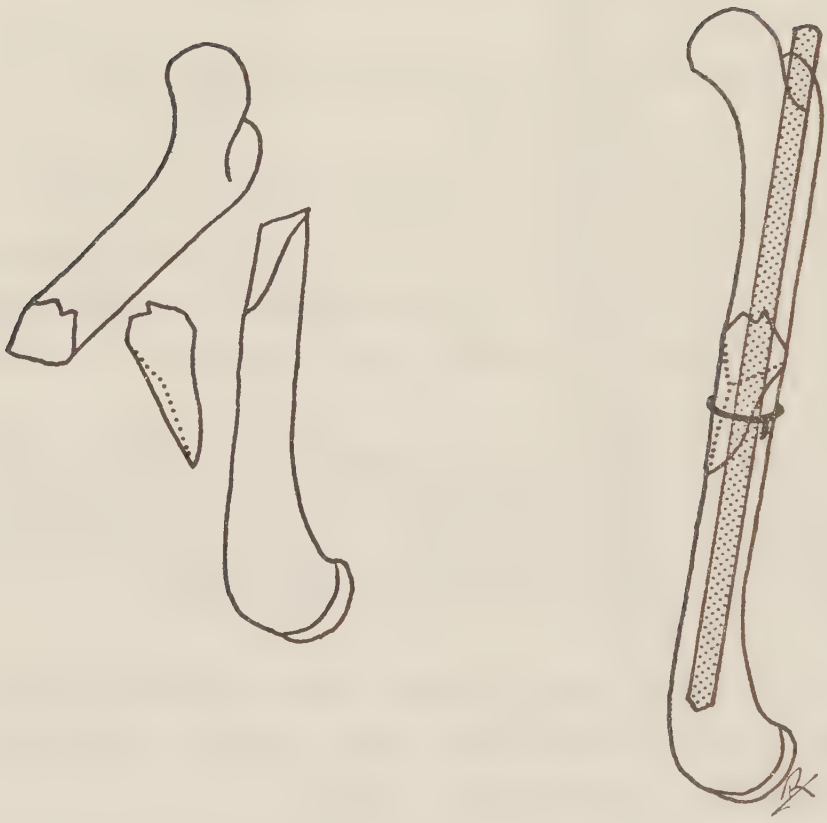


Figure 11

En présence d'une esquille suffisamment grosse, la mise en place d'un cerclage permet de la rapporter contre un des deux fragments avant l'enclouage centromédullaire.

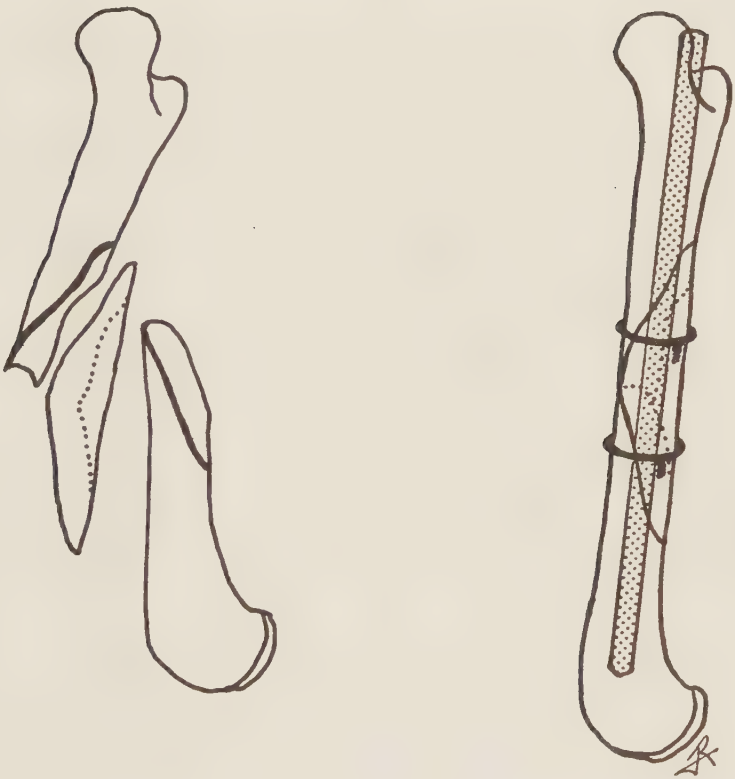


Figure 12

Si la taille de l'esquille le permet, un premier cerclage la solidarise à un fragment et après l'enclouage centromédullaire un second cerclage la fixe contre l'autre fragment.

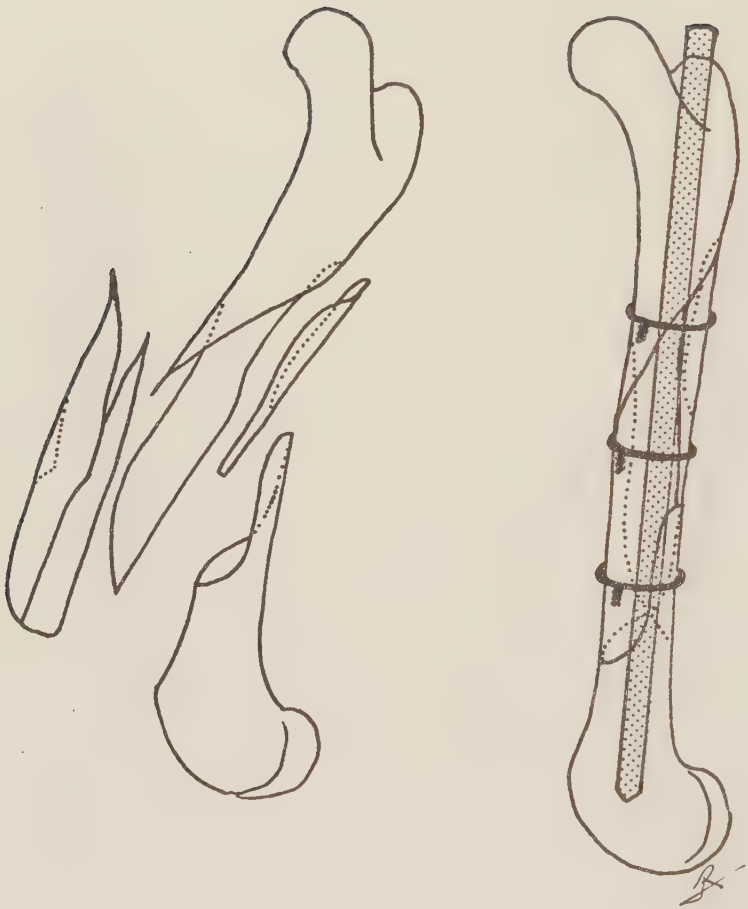


Figure 13 :

En présence d'une fracture multiesquilleuse, il faut s'efforcer de reconstruire le fût osseux à l'aide de cerclages si possible avant de pratiquer l'enclouage centromédullaire. Ceci est tout à fait réalisable même si l'enclouage doit être rétrograde. En effet, l'enclouage peut être préparé au préalable par l'ancrage de la broche dans le fragment proximal et en faisant afleurer la pointe de la broche au niveau du trait de fracture.

2.1.4. Fractures multiesquilleuses

Certaines fractures comportent, outre les fragments proximal et distal, plusieurs grosses esquilles ; nous les distinguerons arbitrairement des fractures comminutives, pour lesquelles les esquilles sont nombreuses et beaucoup plus petites.

Les fractures multiesquilleuses concernent plus fréquemment le fémur des carnivores domestiques.

En présence d'un tel délabrement osseux, et en fonction du poids de l'animal, il est permis d'envisager l'application de cerclages métalliques associée à un enclouage centromédullaire (figure 13).

Cette technique est possible dans la mesure où l'on peut se contenter d'un enclouage centromédullaire simple, par conséquent si l'animal n'est pas trop lourd (chat ou petit chien).

Dans le cas d'un gros chien, il est plus prudent de rejeter cette technique au profit de l'ostéosynthèse par plaque et vis.

En effet dans le cas de fracture multiesquilleuse sur gros ou grand chien, cerclages et enclouage fasciculé n'apportent pas de stabilité suffisante. L'impossibilité de disposer une hémifixation externe en raison du faisceau de broches doit entraîner le rejet de cette technique, ou bien immobiliser le membre au moyen d'un bandage plâtré, ou atelle, ce qui n'est pas toujours réalisable en raison du

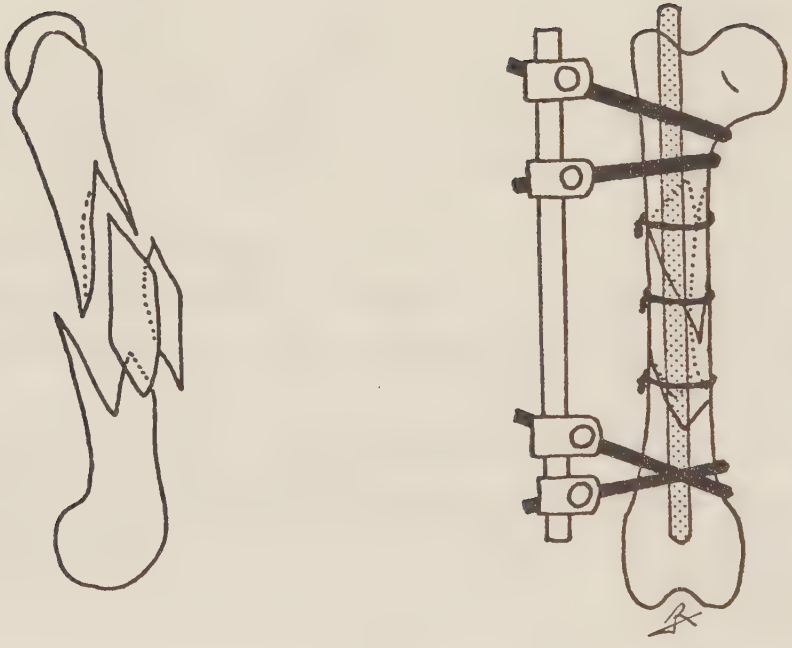


Figure 14

L'usage des fixateurs externes peut se révéler d'un secours précieux surtout en présence de grands délabrements osseux.

tempérament quelquefois turbulent du chien.

Il est possible d'utiliser cerclages et enclouage associés à une fixation externe complémentaire, (figure 14) quand le matériel centromédullaire le permet.

Ainsi apparaît une nouvelle limite à la technique du Cerclage osseux : le poids de l'animal.

2.1.5. Résumé

Il faut penser au cerclage métallique associé à l'enclouage centromédullaire dès que l'on se trouve en présence de :

- traits de refent
- fractures très obliques ou spiroïdes
- esquilles volumineuses.

Dès maintenant, les limites de la technique sont représentées par :

- une taille trop faible des esquilles
- le poids trop important de l'animal.

2.2. Cerclage et plaque vissée

Lorsque l'on fait appel aux vis et plaques pour réaliser une ostéosynthèse, il est rare que le cerclage métallique soit utilisé, pourtant, dans certains cas, il reste indispensable. [4] [33]

Effectivement, il n'est pas rare de voir utiliser des cerclages métalliques accompagnant une plaque vissée. [4] [9] [15] [33] [36] [68] [90] [92]

En présence d'une fracture multiesquilleuse, quand le poids du chien est très important, il demeure possible d'associer plaque, vis et cerclages.

Une plaque solidarisée aux fragments distal et proximal ne peut pas être toujours correctement fixée aux fragments intermédiaires en raison de leur conformation.

Le cerclage intervient alors pour réunir cet ensemble et apporter une stabilité supplémentaire. (planche n° 1)

Par ailleurs, il arrive que la ligature métallique soit préférée à l'utilisation de vis dites de traction en raison d'une certaine fragilisation des corticales osseuses ou de l'impossibilité d'ancrer correctement la vis dans la corticale du fragment opposé.

Le cerclage peut également intervenir comme un temps précis dans la technique opératoire.

Après nettoyage des fragments osseux, les ligatures métalliques permettent de reconstruire petit à petit les massifs osseux, quelquefois l'os intégralement et ainsi le préparer à recevoir la plaque qui lui est destinée. [36]

Par la suite après mise en place de vis de traction, ces cerclages pourront éventuellement être éliminés. L'intérêt dans ce cas est représenté par le faible encombrement d'un fil métallique par rapport à un davier volumineux susceptible de gêner les différentes manoeuvres.

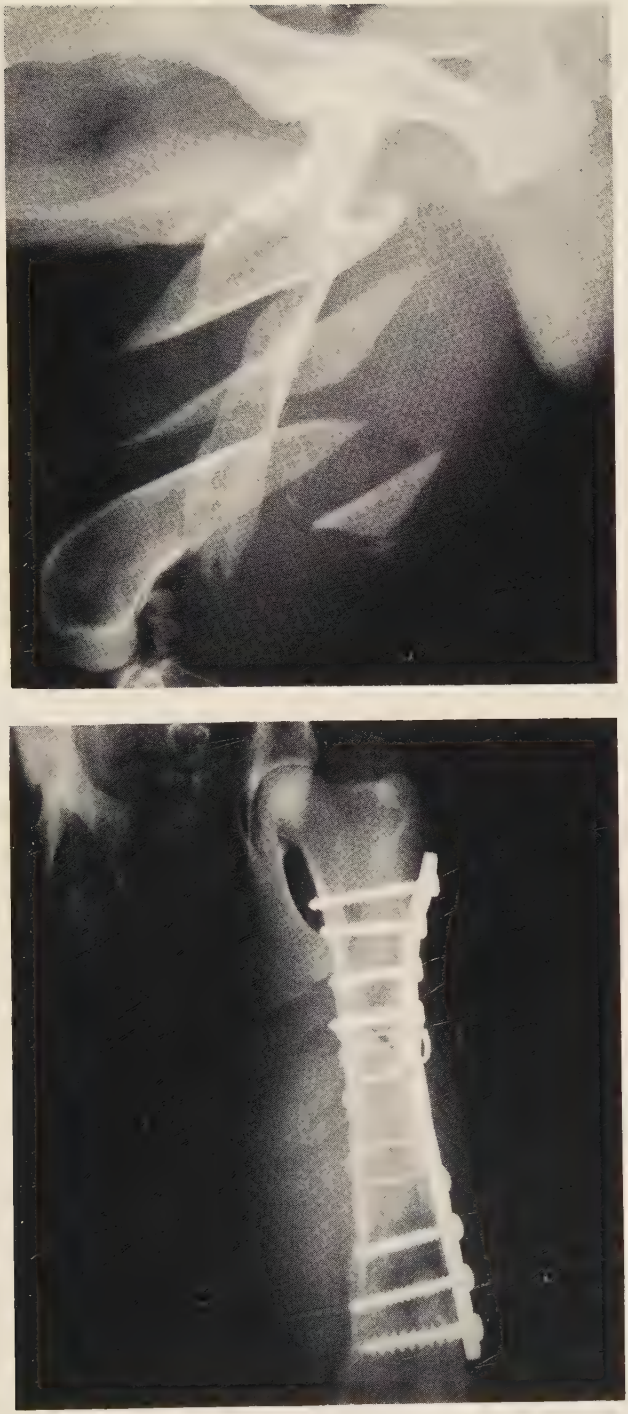


Planche n° 1

Association de plaque vissée et cerclages sur une fracture fémorale multiesquilleuse.

Remarque 1

RHINELANDER [73] utilise le Cerclage métallique pour fixer une plaque particulière contre un os : il s'agit de plaques à section en L.

Après ostéotomie linéaire longitudinale pratiquée dans le fût osseux, la branche la plus longue du L est introduite dans ce trait de scie et cet ensemble est solidarisé grâce à plusieurs cerclages (jusqu'à sept) (figure 15).

Un tel montage limite beaucoup les mouvements de rotation d'un fragment osseux par rapport à l'autre. Ainsi il devient possible d'utiliser le cerclage osseux pour des fractures transverses.

Ce type de matériel est utilisé en médecine humaine, à notre connaissance rien de tel n'a encore été décrit en médecine vétérinaire.

Figure 15

Utilisation de plaques en forme de L fixées dans le fût, après ostéotomie longitudinale, grâce à plusieurs cerclages métalliques.
Ce type de montage empêche toute rotation.

Remarque 2

La figure 16 montre que l'on peut utiliser les cerclages métalliques pour réaliser la fixation de greffon osseux (morceaux de côte) au niveau d'une pseudarthrose. [2] [65] [90]

Le lit du greffon est réalisée à l'aide d'un ciseau à os.

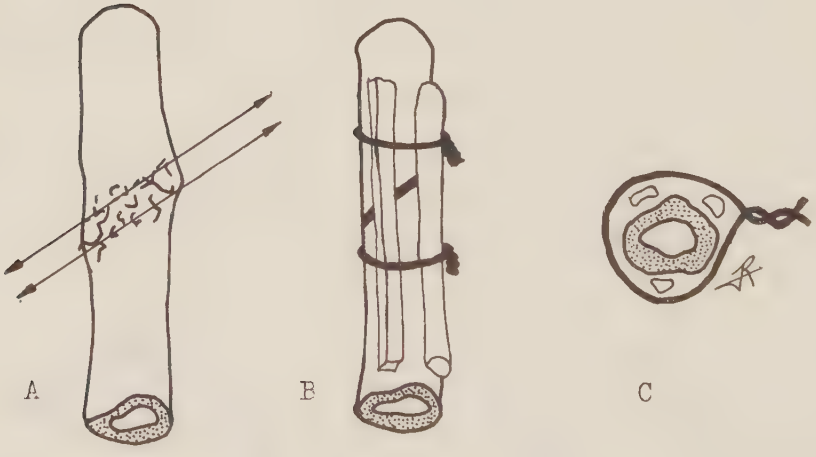


Figure 16

Une cure chirurgicale des pseudarthroses :
Après résection au niveau de la pseudarthrose (A), application contre le fût de morceaux de côte (B) contenus par des cerclages (C). [2] [65] [90]

Résumé

Le Cerclage osseux peut donc intervenir comme temps particulier dans la technique d'application des plaques vissées, mais également en tant qu'adjuvant dans la contention.

2.3. Cerclage isolé

Pour solidariser des fragments osseux, il est tout à fait possible d'utiliser le Cerclage métallique sans l'associer à d'autres techniques de contention interne comme vu précédemment.

Il faut appliquer alors les principes généraux du vissage cortical [64] (figure 17).

- Réservé à certaines fractures spiroïdes ou obliques
- Le biseau doit être long.

Dans le cas de fracture spiroïde, les ligatures sont disposées perpendiculairement à l'axe de l'os. En ce qui concerne les fractures obliques, il est quelquefois nécessaire d'utiliser un artifice technique pour modifier la direction du cerclage.

Quand on pratique le vissage isolé, l'axe de la vis doit se trouver sur la bissectrice de l'angle formé par les perpendiculaires à l'axe de l'os et à la direction du trait de fracture.

Utilisant des anses métalliques, c'est le plan du cerclage qui doit se trouver dans cette direction.

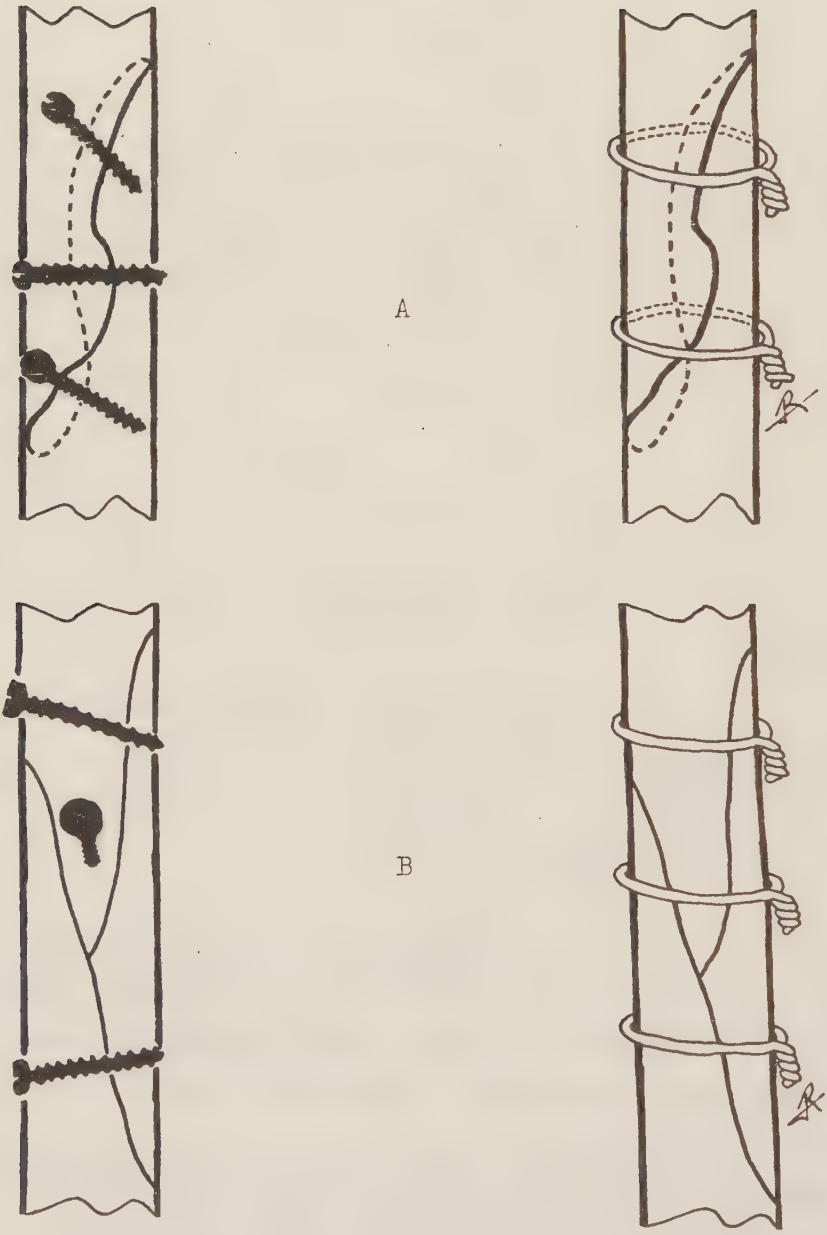


Figure 17

Sur une fracture spiroïde (A) ou multiesquilleuse (B), le cerclage osseux peut remplacer avantageusement le vissage isolé car la traction n'est plus ponctuelle mais beaucoup mieux répartie sur la circonférence osseuse.

Ceci est réalisé grâce à l'utilisation d'un petit clou évitant le glissement. Il s'agit bien là de ligature et non de haubannage (figure 18).

Pour notre part, nous préférons l'application de cerclages d'abord par la rapide mise en place mais surtout à cause de la répartition régulière des forces qui s'exercent sur les fragments et de l'importance moins grande que doit jouer la résistance mécanique de l'os.

Ainsi nous avons été contraint d'appliquer quelquefois des anses métalliques car le vissage entraînait la rupture d'os par ailleurs fragilisés (ostéoporose par exemple). Dans de tels cas, seul le cerclage peut permettre de conserver un espoir de consolidation, car il répartit la contrainte nécessaire à l'immobilisation sur toute la circonférence de l'os. Il n'y a plus de force "d'éclatement" comme la détermine le vissage (figure 19).

Bien entendu, sur un os résistant, tel un tibia de chien, le vissage conserve toute son efficacité et permet une réduction parfaite et solide.

Remarques

Lorsque nous choisissons le cerclage isolé pour réduire une fracture, nous sommes souvent contraint d'utiliser en outre un procédé externe de contention du membre tel un bandage plâtré ou une atelle car le poids de l'animal joue un rôle important.

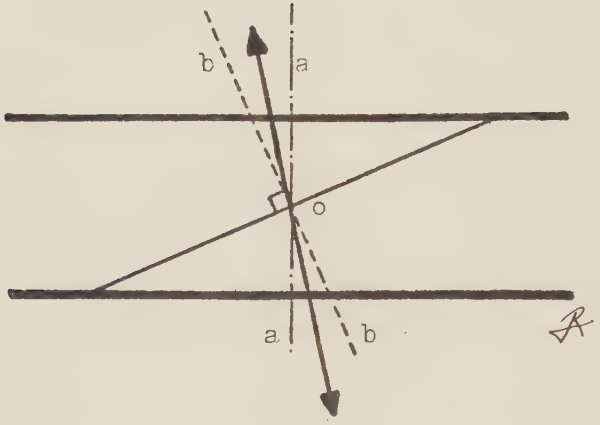
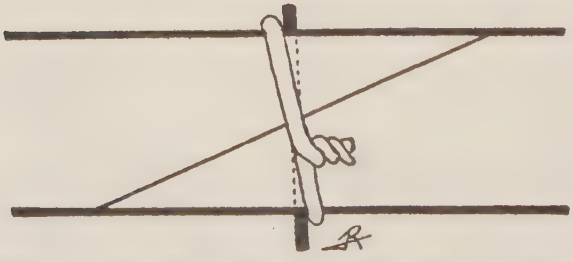


Figure 18

Sur une fracture oblique, le vissage isolé ne peut être pratiqué suivant l'axe "a-a" (perpendiculaire au fût) car les fragments s'éloigneraient ; ni suivant l'axe "b-b" (perpendiculaire au trait de fracture) : ce serait l'idéal si l'appui au sol ne tentait de rapprocher et faire chevaucher les abouts.
La direction de la vis doit être la bissectrice de ces deux axes.



Pour placer un cerclage dans une telle direction, on utilise un petit clou transversal que la tension du cerclage maintient en place.

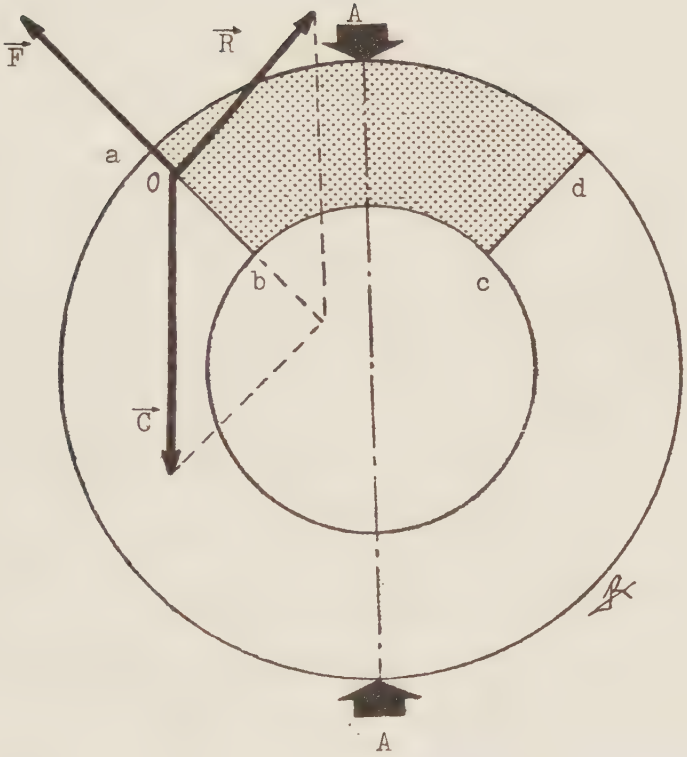


Figure 19

Considérons sur un os une fracture suivant a-b,c-d. Cette fracture est appareillée au moyen d'une vis placée en traction suivant l'axe A-A.
Au niveau du trait de fracture, en O par exemple, s'exercent différentes forces :

- la composante $\vec{C}$, exercée en ce point, de la force de traction due à la vis (direction de la vis)
- la réaction $\vec{R}$ de l'os au niveau de la fracture (perpendiculaire au trait de fracture)
- la force $\vec{F}$ car en tout point d'un système en équilibre, la résultante des forces appliquées est nulle. Cette dernière force est centrifuge et entraîne la rupture de l'os dès que la traction exercée par la vis est trop grande.

D'un point de vue pratique, il est préférable d'éviter l'emploi de ligatures métalliques dans le cas de fractures épiphysaires sans envisager un artifice technique de maintien en place du cerclage.

2.4. Contention externe du membre

Nous verrons au cours de l'exposé des observations qu'il est quelquefois nécessaire, malgré la solidité du montage, de pratiquer en outre une contention externe du membre opéré. [40]

Cette contention peut être réalisée de plusieurs façons :

- pansement avec atelle
- bandage plâtré
- pansement de Robert JOHNES.

Le choix se fait en fonction du caractère de l'animal, de son poids et de l'importance des délabrements.

Cette contention, ou plus exactement la protection du membre opéré, ne dépasse pas une quinzaine de jours après l'intervention.

Son importance, son efficacité, et donc son intérêt décroît tandis que s'installent les premiers stades de la consolidation de la fracture.

2.5. Conclusion

Nous avons vu qu'il est possible d'utiliser le Cerclage osseux très fréquemment mais il ne s'agit pas là d'un procédé susceptible de supplanter toutes les techniques d'ostéosynthèse. Le cerclage intervient le plus souvent pour apporter un élément de contention supplémentaire et rendre le montage réalisé plus stable. Il devient alors possible de pratiquer l'association Cerclage-Enclouage sur des fractures qui auraient nécessité la mise en place de plaques vissées. [20] [62] [70]

Il faut cependant être conscient des limites de cette technique car le Cerclage osseux n'est tout de même pas une panacée.

3. Matériel

Dans ce chapitre nous exposerons brièvement les différentes ligatures utilisables, et, après avoir fait un choix pour l'une d'entre elles, nous décrirons l'outillage mis à la disposition du chirurgien pour appliquer des cerclages.

3.1. Les ligatures

Une grande diversité de matériel fut utilisé à des fins de cerclage :

- résorbable ou non
- synthétique ou métallique
- linéaire ou lamellaire.

3.1.1. Le Catgut Chromé

Très longtemps employé par l'Ecole Toulousaine car paraissant être le meilleur matériau. [17] [18] [28] [47] [49] [87]

De fort diamètre et mis en double cerclage, sa permanence de quinze jours environ a toujours semblé suffisante.

Ayant utilisé d'autres procédés de contention, nous préférons le fil d'acier inoxydable qui présente moins d'inconvénients.

Le Catgut Chromé en effet se desserre quand les noeuds

sont mal faits et glisse très souvent et ne sert, au mieux, qu'à rapprocher des esquilles osseuses et non à les contenir solidement, d'autant plus qu'il est très difficile de tendre correctement une anse de catgut. En outre la contention externe n'est pas simplement souhaitée, elle devient indispensable car sous les efforts soutenus du chien qui commence à marcher, la ligature se rompt souvent. [41]

3.1.2. Le fil métallique

Notons pour mémoire et dans un but historique que du fil de Bronze a été utilisé. [24]

La littérature ne nous décrit pas les péripéties consécutives à de telles implantations.

C'est le fil d'acier inoxydable qui est surtout employé et que nous même avons utilisé (diamètre de 0,6 mm à 1,2 mm).

Appliqué de façon correcte, si le fil à le diamètre adéquat, l'acier inoxydable donne le meilleur résultat.

Nous verrons quel diamètre utiliseren fonction de l'espèce et du poids de l'animal.

3.1.3. La lame métallique

La lame métallique ou lame de Parham a été longtemps utilisée, surtout en médecine humaine mais son emploi est maintenant en forte régression en raison de plusieurs inconvénients : [27] [52] [85]

- difficultés pour tendre suffisamment la lame, qui par conséquent glisse et ne joue plus son rôle.

- atteinte très importante de l'apport externe de la vascularisation osseuse car toute une surface est recouverte par la lame.

Pour pallier cet inconvénient majeur, l'emploi d'un autre modèle de ruban ménageant par endroit des intervalles libres entre lui et l'os fut envisagé (ruban cranté).

Nous n'avons pas trouvé dans la littérature de références mentionnant l'utilisation, en médecine vétérinaire, de telles lames, ni de colliers plastiques d'électricien qui sont utilisés par certains chirurgiens.

3.2. L'instrumentation

Nous exposerons tout d'abord le matériel utilisé pour la mise en place de bande de Parham, et très rapidement nous envisagerons l'application de fil d'acier inoxydable.

La figure 20 nous montre l'outillage permettant d'effectuer des ligatures osseuses à l'aide de rubans. [53]

En ce qui concerne le fil métallique la tension et le blocage peuvent être réalisés de deux manières différentes. Nous obtenons ainsi deux types de noeuds comme l'indique la figure [?1] : une boucle et une torsade.

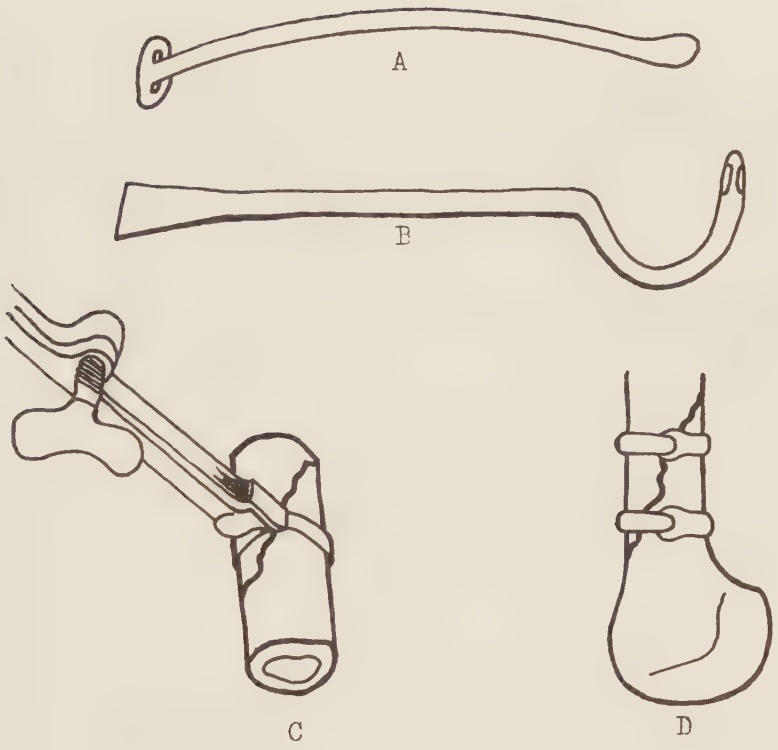


Figure 20

Ligatures osseuses à l'aide de rubans [53]

A Ruban métallique
B Passe-rubans
C Enrouleur-serreur
D Résultat

Figure 21

Deux procédés de ligature osseuse :
la boucle, la torsade.

La boucle est en général utilisée avec un fil de diamètre important (1 mm ou 1,2 mm), et nécessite l'emploi d'un tendeur spécial pour fil métallique (figure 22).

La torsade est réalisable avec tous les fils.

L'utilisation d'un tord fil particulier est recommandée pour les fils de diamètre important (1 mm - 1,2 mm).

[23]

Pour les fils moins gros (diamètre 0,6 mm et quelquefois 0,8 mm) la pince à mors plats, correctement utilisée donne d'excellents résultats (figure 23).

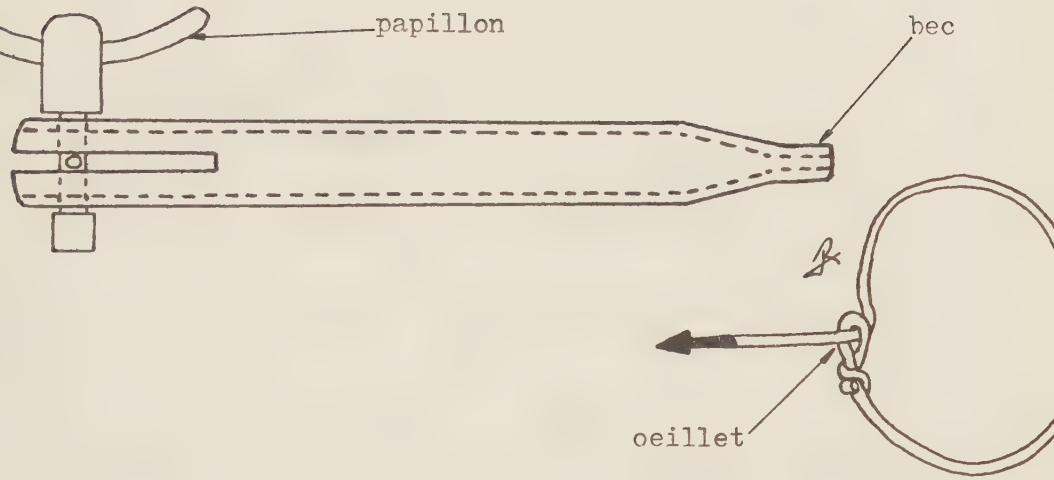


Figure 22

Tendeur de fil type ASIF : [92]
Cet instrument permet de tendre une boucle métallique munie d'un oeillet. Le fil pénètre par le bec, son extrémité est passée dans le trou de l'axe pivotant à la partie distale de l'appareil.
La tension du fil est réalisée par rotation de cet axe grâce au papillon, l'oeillet métallique s'appuyant sur le bec du tendeur.

Figure 23

Pince à mors plat gaufrés.

Comme matériel, nous avons choisi le tord fil de Loute (*) mais il existe d'autre modèles, [70]

Nous développerons son utilisation et les avantages au chapitre des techniques.

Il est souvent reproché au cerclage de léser l'os, donc de dévitaliser et ainsi gêner la néovascularisation.

Considérant cette idée il a été mis au point un système de petites cales, servant à la fois pour guider le fil et pour éviter de le mettre en contact avec le périoste sur toute la circonférence osseuse. La figure 24 décrit ces petits taquets à os cortical et taquets tenseurs (cortical bone Tacks et Pull-out tension post) et leur utilisation. [43]

(*) Fabricant : JETTER & SCHEERER POSTFACH 40 D TUTTLINGEN R.F.A.

Revendeur : Instruments de Chirurgie MORIN. (entre autres)

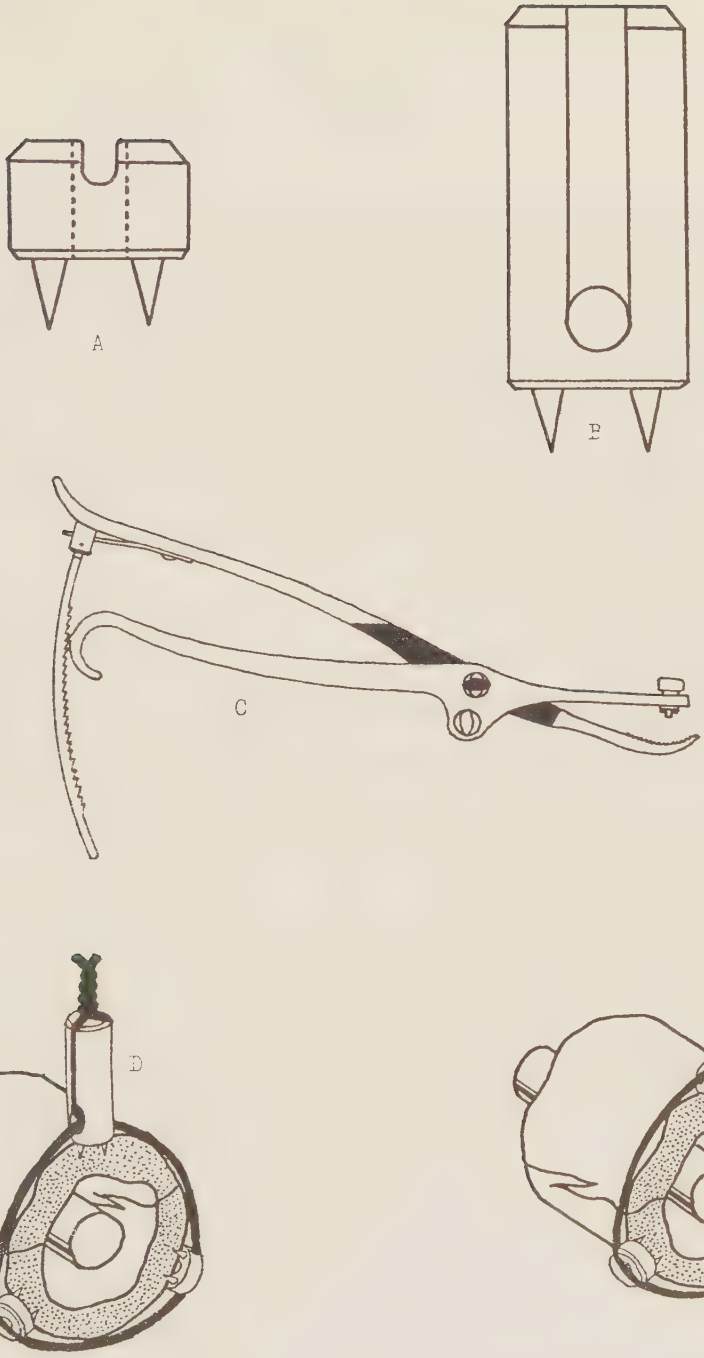


Figure 24 : A Taquet à os cortical ("Cortical bone tack")
B Taquet tenseur ("Pull-out tension post")
C Davier permettant la mise en place des cales A et B
D.E Exemples de montages utilisant ce type de matériel.

Ainsi le fil métallique n'est pas en appui sur toute la circonférence et ne cisaille pas complètement le périoste. [43]

Nous nous garderons d'avoir d'idée préconçue sur ce matériel, qui mériterait une utilisation régulière afin de permettre de tirer des conclusions en ce qui concerne d'éventuelles indications précises.

Mise à part la communication princeps, la littérature ne mentionne pas, à ce jour, d'utilisation régulière de ce matériel.

Notre choix s'est porté sur le fil d'acier inoxydable et l'utilisation du Tord-fil de Loute, [82] ce seront les éléments considérés dans l'étude des techniques d'application du Cerclage osseux.

4. Technique

Ce chapitre très descriptif considèrera : en premier lieu le fil utilisable (qualité, diamètre), ensuite l'utilisation de l'instrumentation, enfin la méthode de mise en place et ses précautions (le lieu et le nombre possible de cerclages) [91] .

En outre il tâchera de montrer que la place du Cerclage au cours de l'opération en qualité de temps opératoire peut avoir de l'importance.

4.1. Le fil

Le fil a une importance fondamentale, car étant généralement placé à demeure, sa qualité doit être irréprochable, et son diamètre correct. Voici donc les impératifs auquels nous sommes soumis.

4.1.1. Qualité

La qualité d'un fil d'acier inoxydable peut être altérée par différents facteurs.

4.1.1.1. Composition du métal

Prenant les problèmes à la source, voyons comment peut

influer la composition défectueuse de l'alliage.

Outre les erreurs grossières de formule entraînant un manque de résistance à la tension et la rupture des cerclages, une composition différente du métal peut avoir pour conséquence un effet de pile lors d'association avec un type d'acier différent (broches par exemple). [83]

En effet, il se crée un potentiel d'oxydo-réduction entre deux métaux différents au sein d'un milieu conducteur d'ions.

Il résulte de ce phénomène plusieurs manifestations possibles. Schématiquement, soit l'individu tente de rejeter ce matériel réalisant ainsi un phénomène actif, soit ceci se traduit par une absence de consolidation : réponse-passive.

Dans le premier cas, nous assistons à une suppuration rebelle à toute thérapeutique antimicrobienne, la consolidation se poursuit tout de même, et l'écoulement disparaît dès l'ablation du matériel centromédullaire (broches...) même si le cerclage est laissé en place. En effet, il suffit d'ôter un des deux métaux pour supprimer tout effet de pile.

Dans le second cas, absence de consolidation : la conduite thérapeutique doit envisager l'ablation du mauvais matériel et le choix d'une nouvelle technique ou l'utilisation d'un autre type d'acier. [10]

Ce type d'accident est tout de même peu fréquent et peut être évité en utilisant fils et broches provenant du même fabricant.

4.1.1.2. Température

Une augmentation de température de 50° C. (la chaleur du soleil) entraîne sur un morceau de fil de fer de un mètre un allongement de un millimètre.

Dans ces conditions, il est tout à fait compréhensible qu'un fil d'acier inoxydable, stérilisé à plusieurs reprises dans un four type Poupinel, à des températures avoisinant 200° C, subisse des modifications de structure susceptibles de transformer sa résistance à la tension et à la torsion (malléabilité).

Le traitement thermique peut donc, dans quelques cas expliquer la rupture d'un fil : soit en cours d'intervention (c'est dans ces conditions que nous est apparu ce phénomène) soit lors de la consolidation.

L'utilisation d'un autoclave (chaleur humide) doit donc être préférée car le métal est porté à des températures moins élevées (120° C environ).

L'usage de pastilles de trioxyméthylène n'a pas encore fait l'objet d'expérimentation pour la stérilisation de fils métalliques destinés au cerclage osseux.

Bien entendu si ce dernier procédé conservait un fil inerte vis à vis de l'organisme, il s'agirait là d'une technique de stérilisation de choix des brins métalliques, tout comme les rayonnements ionisants.

4.1.1.3. Manipulations

Des manipulations renouvelées modifient la cohésion du métal par conséquent sa résistance aux efforts de traction

et torsion. [75]

Une solution séduisante, serait de préparer à l'avance une série de boucles utilisables une seule fois.

Une boucle pour un cerclage.

Ces considérations pratiques sont, bien entendu, applicables dès que l'on utilise le fil d'acier inoxydable, qu'il s'agisse de ligatures ou sutures osseuses (cerclage, hémi-cerclage, haubannage).

4.1.2. Diamètre

On a coutume de dire que dans tous les domaines, il ne faut pas voir trop grand. En matière de cerclage, c'est le contraire, il faut toujours choisir un fil qui paraît gros au premier abord. [9] [75]

Dans le commerce, il existe un éventail de diamètres s'échelonnant jusqu'à 1,2 mm.

Pour d'ores et déjà fixer une limite, nous n'utilisons presque jamais de fil ayant un diamètre inférieur à 0,6 mm.

Le chat est un animal léger dont les os ont des corticales fines, nous conseillons l'emploi de fil dont le diamètre varie de 0,6 mm à 0,9 mm.

Dans la majorité des cas 0,7 mm et 0,8 mm sont les calibres indiqués pour les fémur, tibia et humérus.

Ces calibres correspondent approximativement au dixième du diamètre moyen de l'os (*).

Quand nous envisageons d'intervenir sur un os de l'avant bras, chose très rare, nous choisissons une solution de facilité en utilisant un calibre plus petit (0,6 mm voire 0,5 mm), permettant de réaliser des cerclages dans une région d'accés délicat en raison de la conformation même de l'avant bras.

Chez le chien, le choix s'établit en fonction du poids :

- jusqu'à 10 kg	diamètre de 0,7 - 0,8 mm
- entre 10 et 20 kg	diamètre de 0,9 - 1,1 mm
- au dessus de 20 kg	diamètre de 1,2 mm

Il ne faut pas considérer ces données comme universelles car elles souffrent d'exceptions et de variations, ne serait-ce qu'en fonction de la conformation même de l'animal.

(*) Diamètre moyen établi au niveau du cerclage par l'estimation des diamètres antéropostérieur et latéro-latéral.

Nous les avons présentées ici à titre indicatif.

Dans tous les cas, il faut se garder impérativement de faire des doubles cerclages quand le diamètre est trop faible car la tension ne peut pas être régulièrement répartie.

En résumé il faut se souvenir que le cerclage osseux nécessite un fil assez gros.

4.2. Utilisation des instruments

Après avoir choisi le fil, il faut le mettre en place.

Comment ? C'est ce que nous allons tâcher d'exposer d'abord en utilisant le tord-fil de Loute, ensuite à l'aide d'une pince à mors plats.

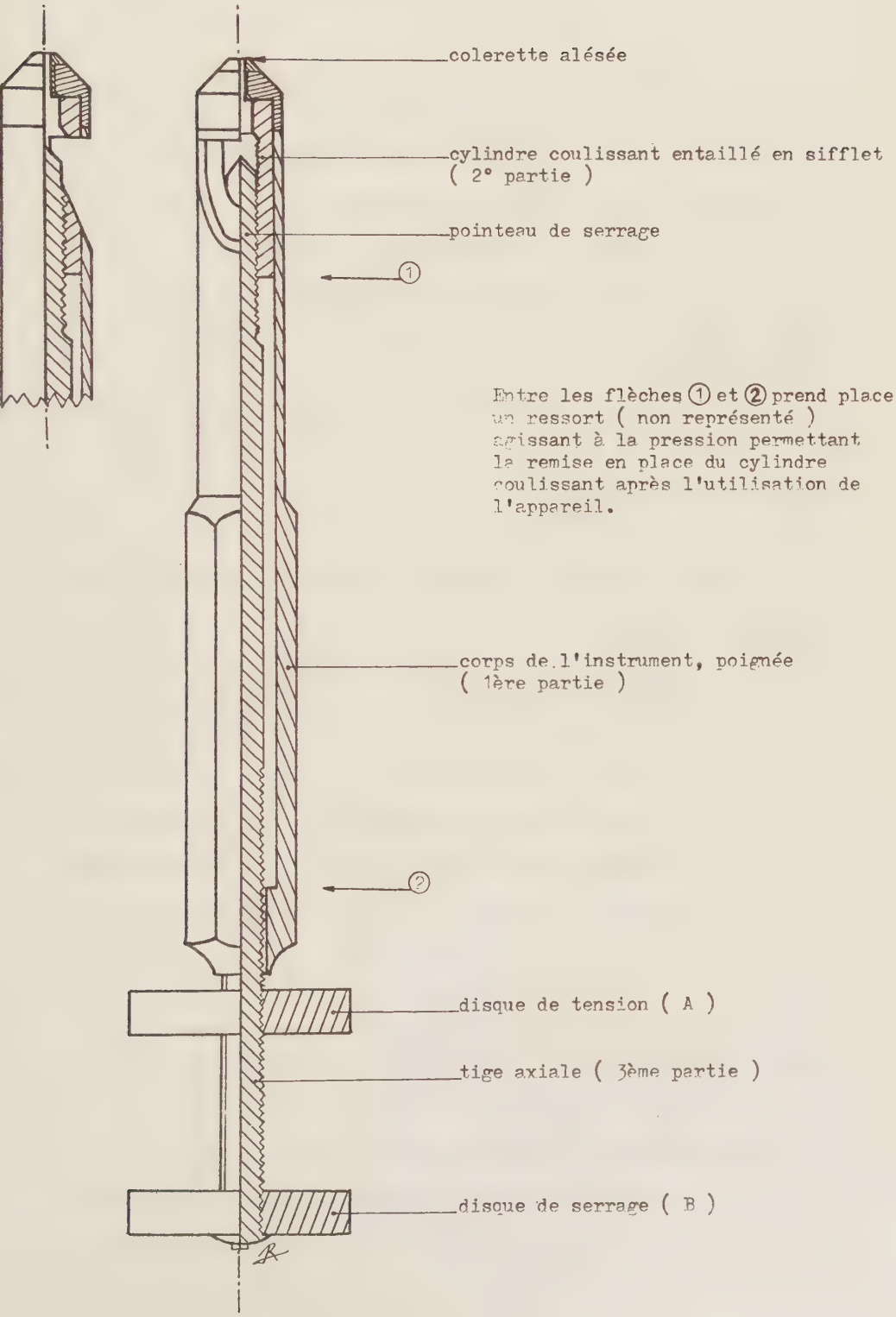
Quelle que soit la technique choisie et pratiquée, il faut toujours : préparer une anse de fil, la mettre en place, tendre puis torsader les deux brins entre eux, sectionner l'excédent et enfin rabattre la torsade contre le fût osseux pour éviter de traumatiser les tissus mous périphériques.

4.2.1. Le Tord fil de Loute. Description, utilisation

Comme nous l'avons représenté sur la figure 25, l'instrument se compose de 3 parties :

-Une poignée, munie à son extrémité d'un capuchon vissé sur lequel se trouve une colerette alésée qui peut tourner

Figure 25 : TORD-FIL DE LOUTE.



librement. Latéralement ce cylindre est entaillé en forme de sifflet dans lequel prend place

- une pièce cylindrique coulissante (sans pouvoir tourner) également munie d'un sifflet.

Grâce à un ressort situé dans la poignée, cette partie revient seule vers la pointe de l'instrument en fin d'utilisation.

Le fil métallique est fixé sur ce cylindre au cours de l'opération de cerclage par un pointeau de serrage (3ème partie) vissé.

- Une tige axiale faisant office de pointeau de serrage filetée en deux endroits
  - à l'extrémité : un petit filetage s'ancrant dans le cylindre coulissant permettant l'immobilisation du fil grâce au pointeau.
  - de l'autre côté, à la queue de l'instrument un filetage plus gros sur lequel sont placés deux disques : un disque dit de tension et un second solidaire de la tige filetée.

Nous verrons qu'en actionnant le disque terminal, l'action est reportée au niveau du petit filetage permettant donc le serrage du fil.

En manoeuvrant le second disque l'action est reportée sur le gros filetage ce qui a pour conséquence la traction de l'ensemble axe-petit cylindre, et donc la tension de l'anse de fil métallique.

La figure 26 décrit l'utilisation de cet instrument et les différents temps du cerclage :

- fixation des brins
- tension par traction
- torsion et rupture automatique au milieu de la torsade. En effet, c'est à ce niveau que s'exerce la torsion la plus serrée (celle-ci ne se fait pas uniformément comme on pourrait le croire).

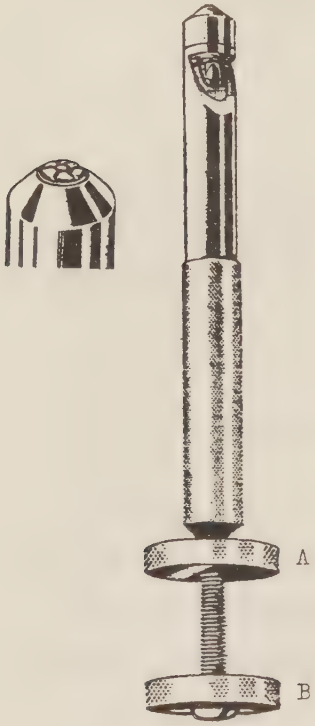
Avec le Tord-fil de Loute, nous utilisons du fil de diamètre important (1 mm et 1,2 mm). Ainsi le cerclage réalisé est suffisamment tendu sur l'os et ne bouge pas.

Avec du fil de diamètre inférieur (0,8 mm), lorsque la torsade se rompt, le cerclage au niveau de l'os n'est pas assez tendu et bouge. Il faut alors compléter le serrage par la pince à mors plats.

C'est pourquoi nous avons choisi de ne pas utiliser le tord-fil de Loute pour les fils trop petits, le rejettant au profit de la pince à mors plats qui donne entière satisfaction.

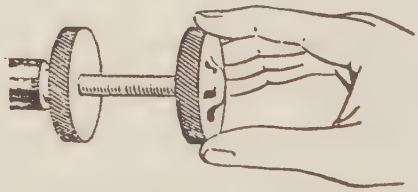
Figure 26 : Utilisation du TORD-FIL DE LOUTE.

Lorsque le fil a été enroulé autour de l'endroit à cercler, les deux extrémités de la boucle de fil sont introduites dans l'alésage central qui se trouve à la pointe de l'instrument.



Bloquer les deux extrémités de l'anse en faisant tourner le disque marqué "B".

Tendre le fil à l'aide du disque de tension marqué "A".



A l'aide de la vis "B", tourner l'appareil aussi longtemps qu'il est nécessaire pour que le fil casse après s'être torsadé.

Pendant les opérations de tension et torsion, l'instrument doit rigoureusement rester dans le plan du cerclage, l'axe du tord-fil doit exactement partager l'anse de fil en deux parties égales, et l'extrémité de l'instrument doit rester en appui contre le cerclage, la colerette alésée immobilisée par la tension.

4.2.2. La pince à mors plats : utilisation

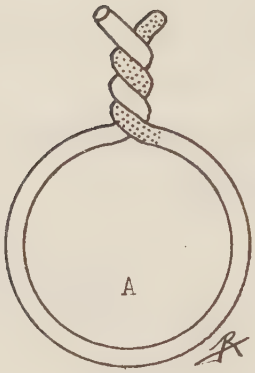
Ce n'est pas parce que l'outil est simple que son utilisation est évidente.

Les temps successifs du cerclage sont les mêmes : passage de l'anse métallique derrière la partie à cercler tension des deux brins et torsion.

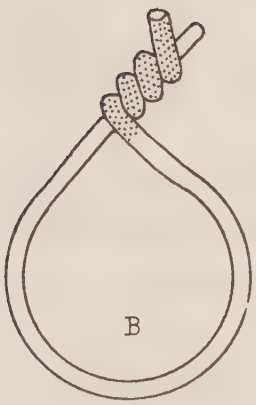
Pendant ces opérations, l'axe de la pince doit toujours rester l'axe de symétrie du système anse-pince, sinon on effectue des torsades incorrectes avec les deux brins enroulés de façon différente et donc une diminution de la résistance du cerclage car ils n'ont pas subi d'efforts comparables (figure 27 B).

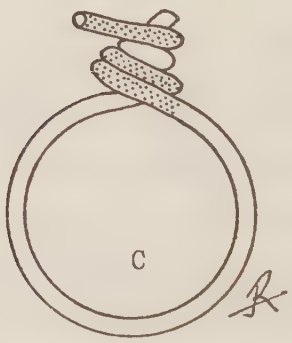
Comme nous l'avons mentionné, l'emploi de la pince est suffisant pour réaliser des cerclages avec du fil de 0,8 mm de diamètre mais il faut distinguer autant par la pensée que par le geste l'action de tirer sur le fil de l'action de tourner la pince pour effectuer la torsade. Si la traction n'est pas effectuée, le fil s'enroule sur lui même, le cerclage obtenu n'est pas résistant et casse (figure 27 C).

Il est possible de faciliter la réalisation de la torsade grâce à l'utilisation d'un simple mandrin. Les extrémités métalliques étant enserrées dans les machoires, la traction et la torsion sont alors rapidement et aisément effectuées.



BON
symétrique





MAUVAIS MAUVAIS
dissymétrique

Figure 27

Cerclages correct et incorrects.
Les deux brins métalliques doivent être tendus et tordus régulièrement pour obtenir une torsade symétrique et résistante.

A torsade correcte
B un des deux brins est trop tiré
C les deux brins ne sont pas tendus avant d'être torsadés.

Pendant l'opération du cerclage il faut tâcher de conserver à l'anse de fil la position que devra avoir le cerclage définitif et assurer une contre-extension correcte.

Une fois le cerclage réalisé, il faut rabattre la torsade : cette opération se fait à la pince, en deux temps :

- en premier lieu, la torsade est légèrement incurvée sur elle-même (léger pli à la moitié de sa longueur).
- ensuite elle est plaquée contre le fût. Ainsi l'extrémité ne risque pas de blesser les tissus mous périphériques et n'est pas génératrice de phénomènes douloureux indésirables (figure 28).

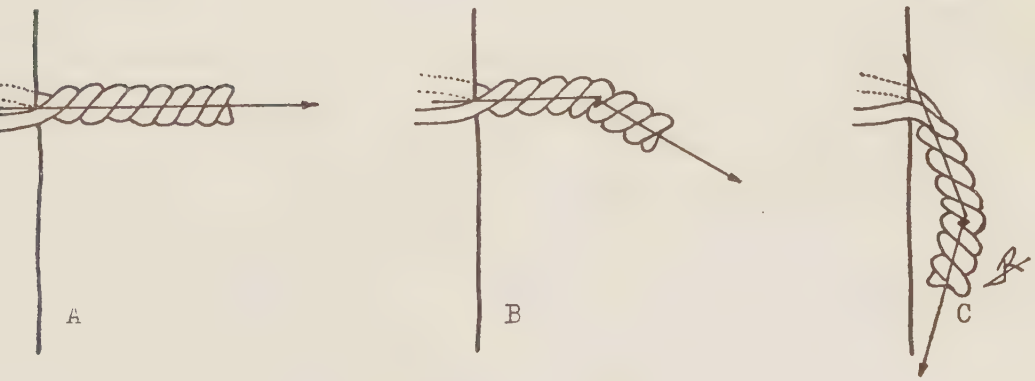


Figure 28

Une fois la torsade effectuée (A), l'incurver légèrement sur sa longueur (B), avant de la rabattre contre le fût (C).

Certains auteurs préconisent de ne pas replier la torsade une fois effectuée car cela entraînerait une diminution de la tension du cerclage. La torsade est alors simplement légèrement raccourcie. Il se crée autour de celle-ci un petit nodule fibreux qui, semble-t-il ne gêne pas l'animal.

Bien entendu, si ce phénomène se voyait confirmé, la technique d'application des cerclages en serait simplifiée d'autant.

Un autre procédé consiste à replier la torsade sans la raccourcir et ainsi rapprocher l'extrémité traumatisante de l'anse de fil ; de cette façon, la tension du cerclage n'est,pas modifiée (figure 29).

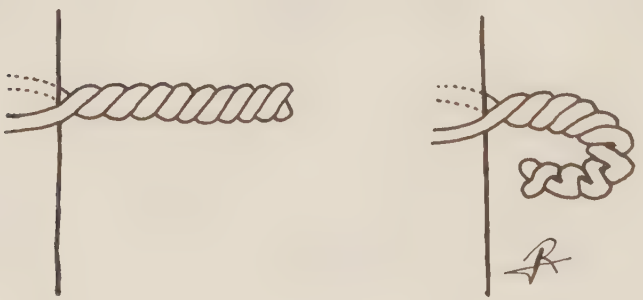


Figure 29

En effet, de cette façon on ne cherche pas à plaquer le fil métallique contre le fût, il suffit que l'excroissance ne soit pas traumatisante.

4.2.3. Tension du fil

Dans la pratique, la tension doit être maximale [16] sans arriver jusqu'au point de rupture du fil si la qualité ou le diamètre de celui-ci laisse à désirer.

La tension est suffisante dès que le cerclage ne peut plus être mobilisé sur le fût osseux. [85]

Avec le tord-fil de Loute, quand le brin métallique est suffisamment gros (1 mm - 1,2 mm), au moment de la rupture, le cerclage est tendu.

Un cerclage placé de façon extra-périostée au moyen du tord-fil cisaille le périoste. En effet, nous avons fait l'essai de placer sur un tube en verre muni d'une étiquette de papier, un fil de 1,2 mm de diamètre au moyen du tord-fil. Le tube ne se rompt pas et le fil est visible intérieurement donc a traversé l'étiquette.

Par conséquent, l'application de cerclages métalliques de cette façon altère le périoste mais, nous l'avons vu, n'entraîne pas de désordres majeurs quant à la néovascularisation.

4.3. Localisation du cerclage

Après l'exposé rapide de quelques erreurs à ne pas commettre au moment de la mise en place, nous envisagerons

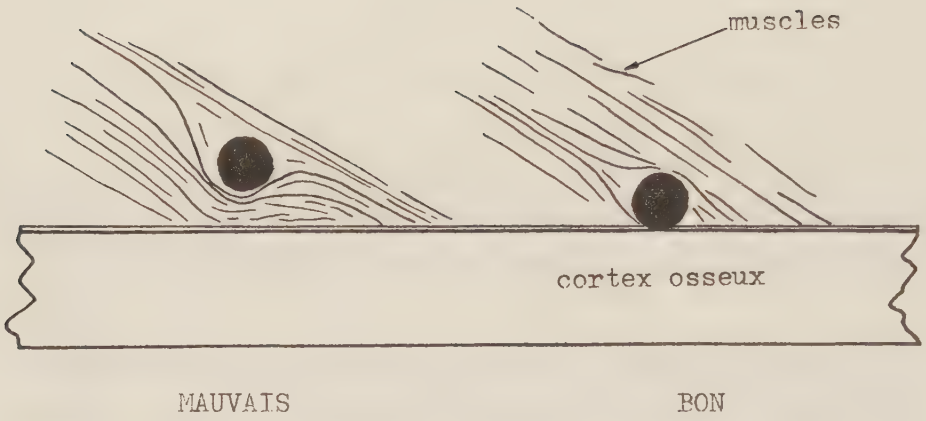


Figure 30

Un cerclage doit éviter d'enserrer des fibres musculaires contre l'os.

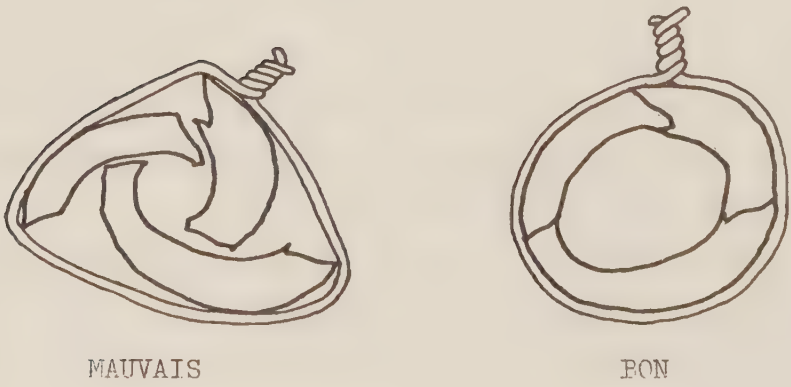


Figure 31

Avant la mise en place du cerclage, le fût doit être parfaitement reconstruit.

dans ce paragraphe le lieu possible d'application de cerclages métalliques et leur nombre.

4.3.1. Dangers à éviter

Les figures 30 et 31 nous les montrent parfaitement.

Tout d'abord, il faut s'efforcer d'éviter d'enserrer dans le cerclage des fibres musculaires. Le désordre vasculaire consécutif est beaucoup plus intense que si l'on écrase le périoste. En effet (nous l'avons vu) la néovascularisation post-opératoire a pour origine essentiellement les vaisseaux en provenance des muscles insérés sur l'os plutôt que les vaisseaux périostés. D'autre part une telle atteinte musculaire lèse tout un secteur d'os (insertions en aval de la ligature), alors que le périoste est altéré de façon linéaire (figure 30).

Ensuite on doit contenir parfaitement les fragments osseux après reconstruction du fût car le cerclage n'a pas pour fonction de réunir de façon grossière les pièces d'un puzzle (figure 31).

4.3.2. Emplacement et nombre

Sur un os long, le cerclage est possible là où le fût est parfaitement cylindrique c'est à dire, sur fémur, tibia et humérus (qui sont le plus souvent cerclés) au niveau de la diaphyse. Nous verrons jusqu'à quel niveau nous pouvons nous approcher des épiphyses.

Quand le fût devient tronconique, le cerclage glisse. Pour y remédier, il est possible d'utiliser des petits clous (2 ème partie paragraphe 2.2) ou de ménager dans la corticale de petites encoches afin d'y ancrer le fil (figure 32).

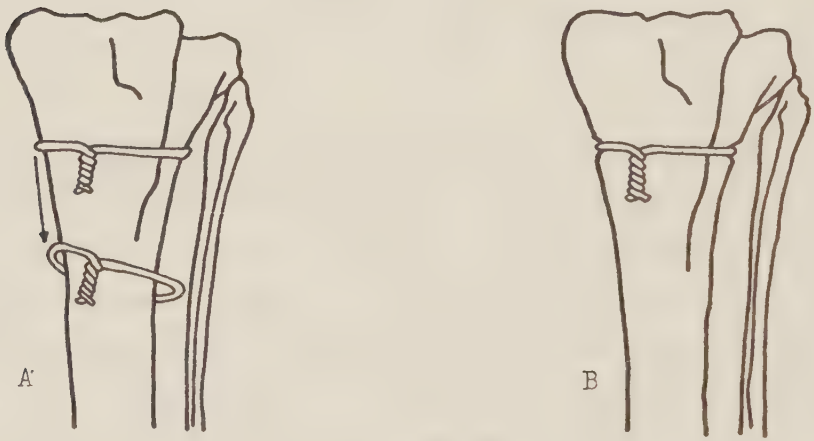


Figure 32

Sur une portion de fût tronconique, un cerclage ne tient pas (A).
Des encoches pratiquées sur les bords de l'os limitent ce glissement (B).

Remarque

Il serait peut-être envisageable en pareil cas d'utiliser les "taquets à os cortical" et "taquets tenseurs" mais la proximité des articulations ne risquerait-elle pas de réaliser une contre indication à la pose d'un matériel quelque peu volumineux.

En indiquant les positions extrèmes, les photographies des planches n° 2 et 3 nous montrent que des cerclages métalliques peuvent être appliqués sur une très grande longueur de la diaphyse. Nous considérons ici fémurs, tibias et humérus de chien et chat.

La planche n° 2 représente des cerclages sur des os de chat : tibia, fémur, humérus.

Sur ces segments osseux de 9,5 cm à 11 cm sont disposés des cerclages avec du fil de 0,8 mm de diamètre.

Les fils sont placés en position proximale et distale limites.

Il faut remarquer sur ces photographies :

- la crête tibiale est un obstacle à l'application correcte de cerclages, sauf si y sont pratiquées des encoches.

- la diaphyse fémorale est remarquablement cylindrique et rectiligne.

- sur l'humérus, la tubérosité deltoïdienne effacée ainsi que les nombreuses insertions

musculaires, ne permettent pas de disposer correctement de fil métallique en région proximale.

- distalement, la crête de l'épicondyle latéral pose le même problème.

La planche n° 3 représente des cerclages sur des os de chien : chien de 30 kg environ, tibia, fémur, humérus de respectivement 17,5 cm, 16,5 cm et 15,6 cm de longueur. Le fil métallique utilisé a un diamètre de 1,2 mm.

Les positions extrèmes ont été également recherchées ; Remarquons :

- qu'elles sont très comparables sur le tibia et le fémur.

- que la courbure de la diaphyse fémorale n'empêche pas la mise en place de cerclages car elle reste cylindrique.

- que sur l'humérus, la forme allongée en crête de la tubérosité deltoïdienne peut permettre si nécessaire l'application de fil métallique plus proximal.

Du point de vue de la technique d'application, il nous faut, pour terminer, préciser quelques points importants :

sur une fracture oblique, sur une grosse esquille ou

sur un trait de refent, le cerclage doit se trouver au moins à 5 mm de l'extrémité de l'about.

le nombre de cerclages est indifférent à condition qu'ils soient distants d'au moins 1 cm chez le chat et les petits chiens, 12 mm chez les grands chiens. Ainsi le déficit local de vascularisation est parfaitement compensé.
Par conséquent, un humérus de chat peut aisément recevoir 4 voire 5 cerclages, un fémur 5 et même, si besoin est, jusqu'à 6 ou 7.

pour contenir des fragments osseux, il est possible d'utiliser plusieurs cerclages mais s'efforcer d'en placer le minimum nécessaire pour une immobilisation correcte.
En effet, c'est surtout la différence de tension des cerclages qui rend le montage instable. Ceci n'est possible que dans le cas où nous utilisons la pince à mors plats car le tord-fil applique, en général, une tension constante.

4.4. Place du cerclage dans la technique opératoire

Outre daviers, rugines, curettes, crochet à os, nous disposons comme matériel de base de notre "petit nécessaire à cercler". Il se compose :

- du tord-fil de Loute
- de la pince à mors plats gaufrés

- de passes-fil (droit et gauche)
- d'une pince coupante pour le fil métallique
- de quelques anses métalliques de diamètres différents (planche n° 4).

Voyons à l'aide d'exemples s'il est possible de rendre plus aisée la mise en place des cerclages.

Si nous considérons en premier lieu l'association du cerclage et de l'enclouage centromédullaire il est souvent préférable de mettre en place le ou les cerclages avant de pratiquer l'enclouage (qu'il soit direct ou rétrograde).

C'est le cas dès qu'il y a un trait de refent ou une ou plusieurs grosses esquilles.

Cela n'est pas possible en présence de fractures obliques ou spiroïdes. C'est alors que, le fait d'avoir des anses prêtes se révèle pratique. En effet, en glissant derrière les fragments osseux, le nombre d'anses correspondant aux cerclages désirés, avant de réaliser l'enclouage nous évitons l'emploi peu commode du passe fil et par là même des manipulations superflues du fil métallique.

Ainsi donc sont décrits deux artifices techniques permettant un emploi plus aisé des brins métalliques (cerclage ou mise en place de l'anse métallique antérieurement à l'enclouage) mais ceci n'est pas toujours réalisable. Cependant, dans l'immense majorité des cas, il est possible de bénéficier du confort opératoire apporté par ces

simples aménagments techniques.

Dans l'éventualité où, sur une fracture multiesquilleuse par exemple, la mise en place d'une plaque vissée est décidée, nous avons constaté que le cerclage osseux rend d'immenses services en permettant la reconstruction dé l'os avant la pose de la plaque.

De même pour le vissage isolé, un cerclage contenant les esquilles facilite la mise en place d'une ou plusieurs vis.

Ces ligatures métalliques peuvent être enlevées une fois le matériel vissé fixé.

5. Conclusion

Dans cette conclusion à notre deuxième partie, nous allons tenter de résumer l'essentiel de ce que l'on doit retenir à propos du cerclage osseux :

- l'utilisation du fil en acier inoxydable est la plus fréquente, sa qualité est primordiale.

- pour cercler, il faut choisir un fil le plus gros possible et préparer des anses au préalable.

- on doit les placer en nombre suffisant pour assurer une bonne contention.

- les cerclages doivent être placés au moins à 5 mm de l'extrémité des fragments osseux et distants de 10 à 12 mm minimum.

- la technique du cerclage osseux est surtout utilisée en association avec l'enclouage centromédullaire simple ou fasciculé pour la réduction
  - de fractures avec traits de refent
  - de fractures simples obliques ou spiroïde
  - de fractures complexes avec grosses esquilles.

- un cerclage ne doit contenir qu'un seul os.

- les limites de cette technique peuvent se résumer à :
  - un fil trop mince ou insuffisamment tendu
  - des esquilles trop petites ou une obliquité générale trop faible
  - un animal trop lourd.

Planche n° 2

Positions limites de cerclages sur Tibia, Fémur et Humérus de chat.

Planche n° 3

Positions limites de cerclages sur Tibia, Fémur et Humérus de chien.

Planche n° 4

Matériel de base indispensable:

- une pince coupante
- le tord-fil de Loute
- une pince à mors plats
- plusieurs anses métalliques découpées.

TROISIEME PARTIE

OBSERVATIONS

Elles ont été réalisées à l'Ecole Nationale Vétérinaire de Toulouse pour la quasi totalité.

Au cours de notre travail, nous avons rencontré de nombreuses fractures justifiant l'utilisation du cerclage osseux.

Nous ne rapporterons que quelques cas parmi les plus enrichissants choisis de façon à présenter un échantillonnage varié intéressant fémur (F), humérus (H), tibia (T).

Les 15 observations retenues se répartissent comme suit :

Types de fractures rencontrées.	Chat			Chien		
	F	H	T	F	H	T
Fracture simple oblique ou spiroïde.....		1	1		1	2
Fracture simple ou complexe + trait de refent.....	1			3		
Fracture complexe + 1 grosse esquille.....	2				1	
Fracture complexe multiesquilleuse.....	1			1		1

Nous tâcherons de tirer un enseignement de chacune car c'est dans la critique de ses erreurs que l'on apprend le

plus.

Nous tenterons ainsi de définir les limites précises du cerclage osseux et, surtout, ce qu'il ne faut pas faire !

1. LES OBSERVATIONS

OBSERVATION N° 1

Monsieur G.... Villeneuve-Tolosane.

Ce chat européen de 1 an et demi a été heurté par une voiture le 5 Octobre 1980.

A son arrivée à la consultation on note une impotence du membre postérieur gauche.

La radiographie révèle une fracture haute du fémur gauche, fracture simple spiroïde avec un trait de refent sur le fragment distal.

Le 9 Octobre ce chat est opéré.

Après une voie d'abord classique sur le fémur et mise à nu des fragments, un premier cerclage est placé sur l'about distal au niveau du trait de refent (diamètre du fil métallique : 0,7 mm). Un enclouage centromédullaire simple rétrograde (diamètre de la broche : 3 mm) est ensuite réalisé auquel succède la mise en place d'un second cerclage au niveau du foyer de fracture (planche n° 5).

La radiographie post-opératoire montre une coaptation imparfaite des abouts osseux liée au choix incorrect de la broche centromédullaire. En effet quand sont associés enclouage et cerclage, il faut veiller à ce que la taille du matériel centromédullaire soit suffisamment importante pour limiter tout mouvement transversal.

Dans ce cas précis, il aurait fallu utiliser un clou d'au moins 4 mm de diamètre.

Le 17 Décembre 1980 le chat a recouvré une parfaite utilisation de son membre. L'exérèse de la broche fut pratiquée sept semaines après l'intervention.

OBSERVATION N° 2

Monsieur M.... Toulouse (planche n° 6).

Cette jeune chatte de six mois présentait manifestement à la consultation une fracture du fémur droit survenue le 12 Octobre 1979.

Radiographiquement, il s'agit d'une fracture complexe comprenant une longue esquille.

L'intervention pratiquée le 17 Octobre 1979 présente une originalité du point de vue technique.

Un cerclage métallique (diamètre 0,5 mm) solidarise en premier lieu l'esquille à l'about proximal, l'enclouage centromédullaire simple rétrograde (diamètre 3 mm) est réalisé ensuite, et enfin, un second cerclage fixe correctement l'esquille sur l'about distal.

Le 14 Novembre 1979, la broche est remontée d'un centimètre environ et entraîne sous la peau une légère suppuration. Le clou est alors sectionné et la suppuration rapidement enrayée. Mise en place d'un pansement avec atelle.

Le 23 Novembre 1979, la chatte nous est de nouveau présentée. Cet animal fort turbulent avait cette fois la broche saillante sous la peau, avec l'extrémité de celle-ci au niveau du cerclage distal.
Ainsi, cinq semaines après l'intervention, l'ablation du matériel contromédullaire fut décidée, accompagnée d'un pansement contentif pendant 15 jours.

L'histoire ne nous révèle pas si le pansement fut conservé tout ce temps, quoi qu'il en soit, la chatte a rapidement récupéré une activité normale.

Il faut tout de même remarquer deux choses malgré le succès de cette intervention et son résultat positif :

- la mobilité excessive de la broche aurait certainement pu être limitée en utilisant un diamètre plus grand (4 mm).

- les cerclages sont réalisés avec un fil métallique trop fin, il aurait été plus judicieux de choisir un fil de diamètre 0,7 mm ou 0,8 mm.

OBSERVATION N° 3

Monsieur O.... Toulouse (planche n°7).

Il s'agit d'un chaton mâle de six mois présentant une fracture du fémur gauche. Fracture complexe avec une es-

quille dont la longueur est égale à deux fois et demi le diamètre de l'os.

Le 28 Octobre 1980, c'est-à-dire six jours après l'accident, l'intervention a consisté à ramener l'esquille sur le fragment distal au moyen d'un cerclage métallique (diamètre 0,9 mm) et de réaliser un enclouage centromédullaire simple rétrograde (broche de 4 mm de diamètre).

Après une consolidation sans problèmes particuliers, le 27 Novembre 1980, le chat nous est de nouveau présenté à la consultation à cause d'un "abdomen distendu" qui s'est révélé être une dilatation kystique d'un uretère.

Des radiographies de contrôle réalisées ce jour là nous montrent une consolidation qui semble encore insuffisante mais en de bonne voie. Le cerclage est totalement recouvert antérieurement et médialement, la réaction périostée s'étend sur une grande partie du fût, mais le trait de fracture persiste encore sur la face postérieure.

L'animal meurt en cours d'intervention.

A l'autopsie, les deux fémurs sont récupérés et nous ont permis de faire les constatations suivantes :

- Alors que, radiologiquement, la consolidation ne semblait pas parfaite, elle s'est avérée mécaniquement tout à fait satisfaisante.

- Chose curieuse, les longueurs des fémurs sont différentes (planche n° 8). D'où la question que l'on se doit de poser : le cerclage a-t-il une influence sur la

croissance en longueur des os ?
Le chat n'avait pas fini de grandir au moment de l'intervention et tout s'est passé comme si le cerclage métallique associé à l'enclouage avaient entravé la croissance de l'os.

Etant donné que les cartilages de conjugaison sont seuls à l'origine de l'allongement de l'os, le problème reste posé. Bien entendu l'éventualité que ce soit l'enclouage et non le cerclage qui soit responsable de ce défaut d'allongement est à envisager. En particulier, si l'on se réfère à la figure n° 3, l'enclouage centromédullaire peut être à l'origine d'un défaut de vascularisation des cartilages de conjugaison.

OBSERVATION N° 4

Monsieur D.... Toulouse (planche n° 9).

Le 2 Décembre 1980, est amené à la consultation un chat mâle castré de deux ans qui s'est fracturé le fémur droit la veille.

La radiographie nous révèle une fracture multiesquilleuse le 4 Décembre 1980.

Nous intervenons :

- deux cerclages métalliques (diamètre 0,7 mm) pour solidariser les trois esquilles sur l'about proximal.

- enclouage centromédullaire simple rétrograde (diamètre 4 mm).

- troisième cerclage pour parfaire la réduction au niveau de l'about distal.

Les dix jours suivants, le pansement collé (sans atelle) est mal supporté, à partir du 16 Décembre (ablation des points) l'évolution favorable se déroule correctement et le 12 Janvier 1981 l'animal présente une excellente récupération fonctionnelle. La radiographie de contrôle nous montre un cal volumineux incluant les cerclages sur les faces antérieure et médiale de l'os alors que latéralement on remarque au niveau du cerclage central un manque de calcification. La réaction périostée est encore très importante. La stabilité étant cliniquement et radiologiquement satisfaisante, l'ablation du matériel centromédullaire est pratiquée.

Les cerclages sont laissés en place et jusqu'à présent fort bien tolérés.

OBSERVATION N° 5

Monsieur S.... Toulouse (planche n° 10).

Un jeune chat mâle de quatre mois, est présenté à la consultation le 29 Octobre 1980 pour une fracture de l'humérus gauche survenue deux jours auparavant.

La radiographie nous dévoile une superbe fracture oblique de cet os ainsi que de la scapula. L'obliquité s'étend sur tout le tiers moyen de la diaphyse.

L'intervention, réalisée le jour même, a consisté en un enclouage centromédullaire simple rétrograde (diamètre 3 mm) et à la mise en place de deux cerclages métalliques (fil de 0,7 mm de diamètre) au niveau du foyer de fracture. Les deux cerclages sont distants de 14 à 15 mm environ.

Les anses métalliques ont permis d'assurer une parfaite coaptation des abouts fracturaires et même une mise sous pression de ceux-ci.

Le 12 Novembre la radiographie de contrôle montre une réaction périostée importante avec inclusion du cerclage proximal, le cerclage distal n'est pas recouvert. La récupération fonctionnelle progressive est tout à fait satisfaisante.

Le 5 Décembre 1980 une nouvelle radiographie est pratiquée montrant une consolidation parfaite. L'exérèse de la broche centromédullaire est réalisée.

Sur la radiographie prise après, on remarque le trait de fracture encore visible en région proximale.

Le 21 Avril 1981 le chat ne présente aucune séquelle de son accident.

OBSERVATION N° 6

Monsieur B.... Toulouse (planche n° 11).

Nous sommes consultés le 15 Octobre 1980 pour une fracture tibiale survenue la veille sur un chat de 1 an. Cette fracture distale simple oblique fut opérée le lendemain au moyen d'un enclouage centromédullaire direct à partir du grasset (diamètre 3 mm) et de deux cerclages au niveau du foyer de fracture après abord sur celui-ci. En effet, la technique du cerclage percutanée n'est pas utilisée chez les animaux domestiques alors qu'elle garde semble-t-il un intérêt en médecine humaine. [14]

Les cerclages sont réalisés avec un fil de 0,4 mm de diamètre (trop petit) et distants de 8 mm. D'un point de vue critique, il est permis de croire qu'un seul cerclage placé au milieu du foyer de fracture et réalisé avec un acier plus gros (0,7 voire 0,8 mm de diamètre) aurait suffi.

Quinze jours plus tard, un contrôle radiologique, permettait de constater un début de consolidation avec la formation d'un cal recouvrant presque totalement le cerclage proximal.

Le 20 Novembre 1980, c'est-à-dire cinq semaines après l'intervention, la consolidation est réalisée ainsi que le confirme l'examen clinique et une dernière radiographie. Celle-ci, mettant en évidence le fait que le clou centromédullaire est descendu, dans le tibia, l'exérèse de ce matériel est ajournée, d'autant plus que la gène causée est très minime ; en effet, le chat se déplace normalement.

OBSERVATION N° 7

Monsieur H.... Toulouse.

Princesse est une chienne berger allemand âgée de onze mois au moment de son accident : fracture du fémur gauche le 16 Octobre 1980. La radiographie précise cela : fracture oblique avec présence de traits de refent.

L'intervention a lieu le 21 Octobre 1980.

Un cerclage métallique (diamètre 1 mm) sur chaque fragment (trait de refent).

Enclouage centromédullaire rétrograde fasciculé à 6 broches.

Un troisième cerclage au niveau du trait de fracture.

Les cerclages sont distants de 16 mm et 13 mm.

Princesse ne nous est ramenée que douze semaines plus tard, le 13 Janvier 1981 :

- L'examen clinique permet de constater une consolidation correcte du fémur et une ankylose de la hanche du même côté (la chienne ne s'appuie que très peu sur son membre).

- L'examen radiographique confirme une dysplasie coxo-fémorale ainsi que la consolidation de la fracture.

Avec l'ablation du matériel centromédullaire, l'exérèse de la tête fémorale est prévue pour le 19 Janvier 1981.

La radiographie prise après cette seconde intervention (planche n° 12) nous montre comment s'est réalisée la consolidation du fémur au niveau du foyer de fracture. Calcification exubérante qui a recouvert les trois cerclages dorsalement alors que ventralement une ostéolyse s'est produite au niveau de l'extrémité de l'about proximal. Il ne peut s'agir là d'une altération vasculaire car la lyse ne peut survenir qu'avec une bonne vascularisation. [91]

Cette déminéralisation n'a pas diminué la stabilité du montage car il n'y a pas eu d'évolution vers une pseudarthrose.

> Faît curieux, il existe parfois des consolidations de fracture sans formation radio-opaque visible. [86]
>
> On a constaté qu'un défaut de minéralisation lors d'une fracture des Radius-Ulna sur des petits chiens ne produit pas nécessairement une pseudarthrose et que le cartilage hyalin peut demeurer au site d'une fracture au-delà de 24 semaines.
>
> Par conséquent une fracture peut être suffisamment solide bien que, radiographiquement, le site ne soit pas minéralisé ; il est alors soudé par du cartilage hyalin et fibreux seulement, et non par du tissu osseux.

Pour Princesse, il est vraisemblable que le remaniement phospho-calcique important au moment de la consolidation de la fracture ait agravé une dysplasie latente.

Cette chienne boite encore périodiquement conservant une vie normale par ailleurs, malgré un début d'ankylose du grasset. [49]

OBSERVATION N°8

Monsieur M.... Gardanne (Bouches-du-Rhône).

Ce berger allemand mâle (trois ans, 30 kg environ) s'est fracturé le fémur gauche le 8 Janvier 1981.

La radiographie nous révèle une fracture simple médio-diaphysaire.

L'intervention se déroule le 10 Janvier 1981, après un abord classique sur le fémur, nous constatons un trait de refent sur le fragment distal.

Un cerclage métallique est mis en place (diamètre 1,2 mm) à ce niveau et un enclouage centromédullaire rétrograde fasciculé (trois broches) est réalisé.

Une radiographie post-opératoire permet de constater une réduction imparfaite du foyer de fracture.

Le chien revient nous voir le 17 Janvier 1981. Cet animal très turbulent se plaint de son membre. Une radiographie de contrôle nous permet de constater un télescopage des fragments osseux qui se sont interpénétrés au niveau du foyer de fracture sur une longueur de deux centimètres et demi.

L'origine de cet accident semble être triple :

- des mouvements intempestifs inconsidérés du chien
- une insuffisance de stabilité du montage liée au faible nombre de broches centromédullaires
- une fragilisation de l'os non consolidée :

en effet, il est vraisemblable que le trait de

refent constaté sur l'about distal se trouvait également sur l'about proximal.

En résumé, un montage insuffisamment stable compte tenu du poids et de la vitalité de l'animal.

Un pansement avec atelle est mis en place, une thérapeutique antalgique instaurée.

Le 12 Février 1981, la formation du cal se produit correctement avec une importante réaction périostée sur le fût. La calcification s'interrompt en face postérieure au niveau du cerclage, alors qu'elle le recouvre intégralement en face antérieure.

Le 19 Février 1981, nous pratiquons l'exérèse d'une broche qui est remontée. Par précaution, nous plaçons sur le chien une atelle de Thomas. [66]

Les autres broches seront ôtées un mois plus tard alors que nous constatons avec surprise que le chien a fort bien supporté l'atelle de Thomas.

Le 28 Avril 1981, le chien a maintenant une activité normale et regagne le corps des sapeurs-pompiers. Une radiographie de contrôle à ce jour révèle un cal exubérant englobant la totalité du cerclage. Le chien marche et travaille parfaitement sans séquelles. Le raccourcissement de sa patte n'est pas perceptible.

OBSERVATION N° 9

Monsieur S.... Cologne.

Ce vieux chien âgé de onze ans, genre griffon (25 kg), présentait à la consultation le 8 Décembre 1980, outre une luxation coxo-fémorale droite, une fracture médio-diaphysaire du fémur homolatéral. Cet état date déjà de deux jours.

L'intervention pratiquée le lendemain s'est déroulée en deux temps :

- exérèse de la tête fémorale
- réduction de la fracture et contention : quand l'abord sur les abouts fracturaires fut réalisé, nous avons constaté la présence d'un trait de refent sur le fragment proximal, et donc décidé la mise en place d'un cerclage métallique sur celui-ci (diamètre 1,2 mm). Après quoi, un enclouage centromédullaire rétrograde fasciculé assura la contention des fragments osseux (sept broches centromédullaires).

Un pansement de Johnes a permis une contention complémentaire du membre opéré pour cet animal fort gras.

Le 19 Décembre 1980, les points cutanés sont ôtés, un pansement contentif remis en place.

Le 16 Janvier 1981 (plus de cinq semaines après l'intervention), une radiographie de contrôle ne montre aucune évolution, pas d'image de calcification. Une

médication anabolisante est prescrite (Trophobolène N.D. et ADN N.D.)

Le 30 Janvier 1981, le chien commence à poser sa patte au sol et un début de cal est visible.

Le 25 Février 1981, soit 11 semaines après l'opération, le chien ayant maigri, les broches sont proéminentes sous la peau. Un contrôle radiographique montre une calcification incluant le cerclage mais le trait de fracture est encore visible.

Le 24 Mars 1981, le matériel centromédullaire vient de traverser la peau. Un dernier contrôle, permettant de constater la consolidation osseuse nous permet de pratiquer l'ablation des broches.

A l'heure actuelle, ce chien conserve comme séquelle une plus grande fatigabilité à la marche, ce qui se traduit par une boiterie (en action) et des trémulations musculaires (au repos).

OBSERVATION N° 10

Monsieur A.... Toulouse.

Un chien mâle de deux ans, berger Picard pesant 30 kg environ, est mené à la consultation le 24 Novembre 1981 pour une fracture du fémur droit survenue 48 heures plus

tôt.
L'examen radiographique précise qu'il s'agit d'une fracture multiesquilleuse : deux grosses esquilles triangulaires sont discernables et de nombreux petits fragments.

L'intervention a lieu le jour même. Après l'abord sur le foyer de fracture, la mise à nu des fragments osseux et le nettoyage des esquilles, nous avons constaté que cette fracture complexe pouvait être aisément transformée en une fracture simple.

En effet, en solidarisant chacune des esquilles à chacun des abouts osseux, au moyen d'un cerclage métallique, nous obtenons deux fragments correspondant à ceux d'une fracture simple transverse.
C'est donc la technique qui fut utilisée (fil métallique de diamètre 1,2 mm). La fracture est ensuite réduite grâce à un enclouage centromédullaire fasciculé rétrograde.

Un pansement de Johnes matelasse le membre du chien opéré.

Une semaine plus tard, le 1er Décembre 1980, le chien est ramené ! Le pansement n'est pas assez contentif : un bandage plâtré est mis en place.

L'animal revient le 8 Décembre 1980 car il a mangé son plâtre. Entre-temps, il a contracté une piroplasmose. Un second bandage plâtré est fait.

Le lendemain (le 9 Décembre 1980), il faut en réaliser un troisième. Le chien est placé sous médication tranquillisante (Nozinan N.D.).

Le 13 Janvier 1981, le bandage plâtré est ôté.

- l'examen clinique révèle un membre douloureux.
- la radiographie de contrôle nous montre aucune réparation.
- thérapeutique instaurée :
  - Dépomédrol N.D. : injection intra-musculaire
  - Trophobolène N.D. : trois injections à une semaine d'intervalle.
  - ADN N.D. et Ossopan N.D. per os.

Le 2 Février 1981, c'est-à-dire dix semaines après l'intervention, on peut constater une amélioration clinique et radiologique avec un cal qui se met en place.

Ce n'est que seize semaines après l'intervention que le matériel centromédullaire est enlevé.

A cette date, le chien a récupéré l'usage de son membre, les cerclages sont laissés en place.

OBSERVATION N° 11

Monsieur D.... Toulouse.

Un petit caniche noir âgé de quatre mois présente le 14 Novembre 1980 une fracture de l'humérus droit ancienne de cinq jours.

A l'examen radiographique, il s'agit d'une fracture

distale simple oblique.

L'intervention est réalisée le lendemain.

Sur ce chien de quatre kilogrammes, un enclouage en croix est décidé mais sur les deux broches implantées, une cathétérise parfaitement le fût de l'humérus, réalisant ainsi un demi "rush-pin" (le diamètre des broches est de 1,5 mm).

Un cerclage est mis en place au niveau du trait de fracture oblique alors qu'un hauban est réalisé prenant appui sur la broche ainsi que le montre la figure 33. (fil de cerclage : diamètre 0,7 mm hauban : diamètre 0,4 mm).

Le 22 Novembre 1980, l'évolution se déroule de façon correcte, la mobilité du coude est normale.

Le 29 Novembre 1980, la petite broche, mal contenue par le hauban (trop fin) est remontée dans la masse des anconés.

Un pansement avec atelle est mis en place car la réduction de la fracture n'est pas modifiée.

Le 6 Décembre 1980, le chien présente un excellent état général, mais l'extrémité recourbée du "rush-pin" frotte sous la peau. Nous décidons de la raccourcir sous anesthésie.

Le 18 Décembre 1980, un contrôle radiographique montre une calcification satisfaisante, le cal englobant le

cerclage.

Le 17 Janvier 1981, une légère gène subsiste à l'extention du coude, mais le matériel est très bien supporté ; par conséquent laissé en place.

Le 21 Avril 1981, la consolidation est parfaite, le chien ne boite pas. L'exérèse du matériel sera réalisée à la moindre intolérance.

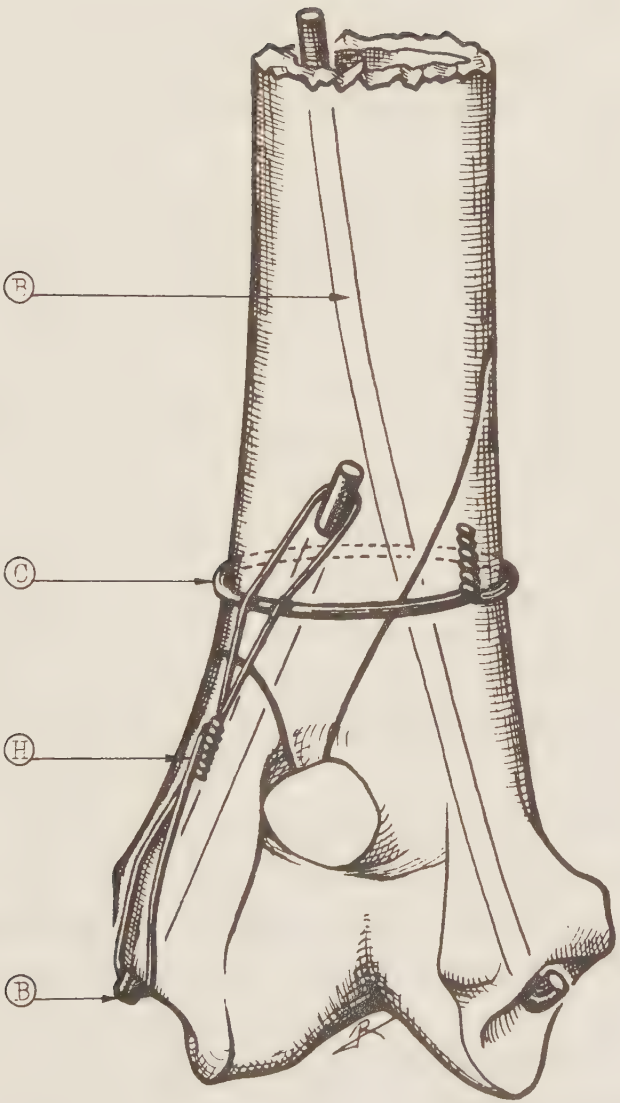


Figure 33 : Observation n° 11

Réduction de la fracture distale de l'humérus au moyen de :

- 2 broches (B) diamètre 1,5 mm
- 1 cerclage métallique (C) diamètre 0,7 mm
- 1 hauban (H) diamètre 0,4 mm.

OBSERVATION N° 12

Monsieur B.... Toulouse. (planche n° 13)

Un chien de neuf mois, genre griffon de 17 kilogrammes, est amené à la consultation pour une fracture de l'humérus droit, survenue le 1er février 1980, déjà traitée par un bandage plâtré.

La contention ainsi réalisée est très mal tolérée, une intervention chirurgicale est décidée le 13 Février 1980. Une radiographie pré-opératoire révèle une fracture oblique.

L'intervention consiste à réduire la fracture et à la contenir, d'une part grâce à un enclouage centromédullaire fasciculé (quatre broches), d'autre part avec la mise en place d'un cerclage métallique au foyer de fracture (diamètre 0,7 mm).

Remarquons dès à présent la torsade très courte.

Le 26 Février 1980, le chien conserve toujours une boiterie légère mais le cal est en formation.

Le 22 Avril 1980, la réparation fonctionnelle est parfaite. Radiologiquement, le cal a englobé totalement le cerclage mais le fil métallique s'est rompu. L'exérèse du matériel centromédullaire est réalisée deux jours plus tard.

Le 9 Octobre 1980 le chien a une activité tout à fait normale.

Dans ce cas, nous pouvons constater l'efficacité du cerclage métallique utilisé pour une meilleure coaptation de deux abouts en biseau. Mais le fil métallique choisi est un peu petit (0,7 mm). Il aurait fallu opter pour un fil de 1 mm voire 1,2 mm de diamètre pour ne pas risquer une rupture et peut-être un accident plus grave.

OBSERVATION N° 13

Monsieur G.... Menville.

Chien mâle de huit mois, cocker, dix kilogrammes environ.

A la consultation le 25 Novembre 1980, cet animal présente une fracture oblique de l'extrémité distale du tibia droit.

L'intervention pratiquée le 28 Novembre 1980 est réalisé suivant le schéma de la figure 18 : c'est-à-dire, utilisation d'une petite broche ancré obliquement et mise en place d'un cerclage dont le glissement est évité grâce aux extrémités de cette broche. Voici donc l'exemple de l'utilisation d'un cerclage pour mettre un fragment en compression en prenant appui sur un clou : deux avantages à ce montage (figure 34)

- le clou empêche le cerclage de glisser
- le cerclage immobilise la broche dans le fût.

Un tel montage, une fois la consolidation confirmée

doit être (si possible) enlevé en totalité car le cerclage laissé en place peut géner à la suite du remaniement osseux même si celui-ci est inclus dans un cal au moment où se produit la guérison clinique.

Ainsi, quand on se trouve dans l'impossibilité de pratiquer sur l'heure l'exérèse de ce matériel, le propriétaire de l'animal doit connaître l'éventualité d'une nouvelle intervention.

En ce qui concerne notre observation, le matériel ne fut enlevé que cinq mois après l'intervention. Le chien ne conserve aucune séquelle, en raison d'un travail modéré, mais le propriétaire redoute l'arrivée de la période de la chasse !

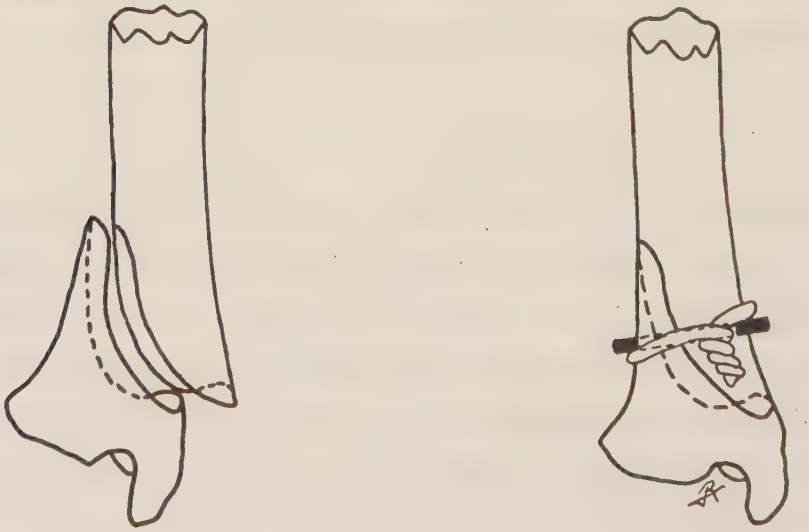


Figure 34 : Observation n° 13

Réduction d'une fracture de l'extrémité distale du tibia grâce à un cerclage métallique maintenu par une petite broche.

OBSERVATION N° 14

Monsieur S.... Toulouse (planche n° 14).

Un petit caniche noir de quatre ans et demi nous est présenté par sa propriétaire pour une fracture du tibia le 16 Janvier 1981.

A la radiographie, il s'agit d'une fracture oblique (comparable au cas précédent).

Nous allons voir que sur le même type de fracture, la conduite peut-être tout à fait différente.

L'intervention a lieu le 20 Janvier 1981 soit cinq jours après le traumatisme.

- Enclouage centromédullaire simple direct à partir du grasset (diamètre 4 mm).
- Un cerclage au niveau du foyer de fracture (diamètre du fil 0,7 mm).

Le contrôle post-opératoire montre une réduction parfaite. Malheureusement, la petite chienne ne fut pas ramenée à la consultation.

Nous avons pris des nouvelles auprès de son propriétaire, l'animal a été suivi par son vétérinaire traîtant.

Le 21 Avril 1981, le matériel est bien supporté et laissé en place. La chienne a une activité normale, la consolidation de la fracture est réalisée.

OBSERVATION N° 15

Monsieur B.... Cornebarrieu (planche n° 15).

Loulou de poméranie mâle, cinq ans, dix kilogrammes.
Fracture du tibia droit le vendredi 16 Janvier 1981.

L'intervention a lieu cinq jours plus tard, le mercredi 21 Janvier 1981.

Sur cette fracture multiesquilleuse plusieurs possibilités s'offraient à nous ; nous avons choisi le cerclage osseux associé à l'enclouage centromédullaire.

Après un abord par la face interne du tibia sur le foyer de fracture, nous avons reconstruit intégralement le fût osseux par la mise en place de trois cerclages métalliques (diamètre 0,8 mm) distants de 14 et 18 mm environ.

Dans un deuxième temps, nous avons pratiqué un enclouage centromédullaire simple direct à partir du grasset afin de parfaire la contention (diamètre 3 mm).

La radiographie post-opératoire montre que le cerclage intermédiaire est mal placé. En effet, l'anse métallique enserre à la fois tibia et fibula, ce qu'il aurait fallu éviter.

Depuis le 21 Janvier 1981 (date de l'intervention), le chien n'est pas reparu à la consultation.

Toutefois des nouvelles prises auprès de son propriétaire en mai 1981 nous assuraient du bon état du chien et de la consolidation satisfaisante de son membre.

Planche n° 5 : Observation n° 1

Fémur de chat, fracture spiroïde avec trait de refent réparation par enclouage centro-médullaire et deux cerclages.

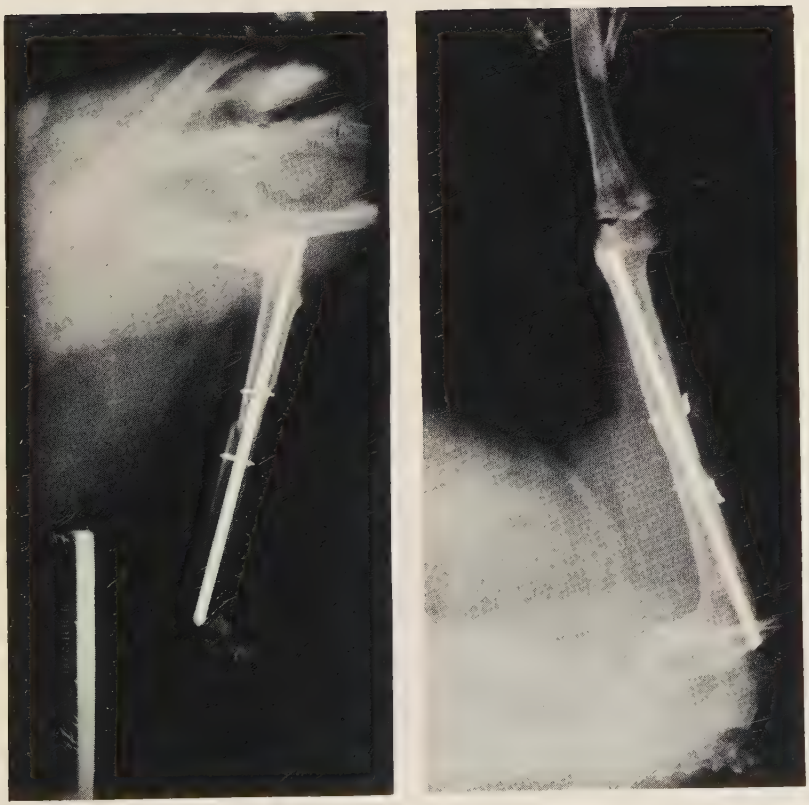


Planche n°5bis

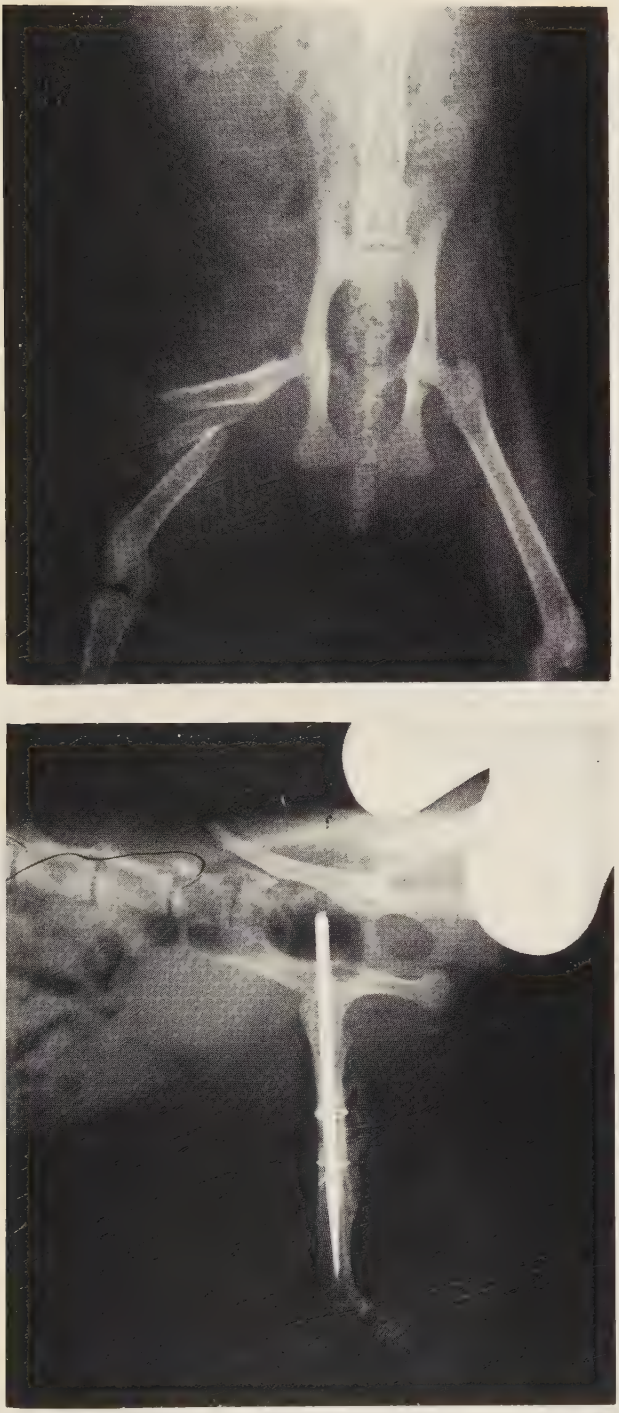


Planche n° 6 : Observation n° 2

Fémur de chat, fracture avec une grosse esquille: enclouage centro-médullaire et deux cerclages.

Planche n° 7 : Observation n° 3

Fémur de chat: fracture et consolidation.

Planche n°7bis

Planche n° 8 : Observation n° 3

Le fémur fracturé consolidé s'est moins allongé que le fémur resté intact.

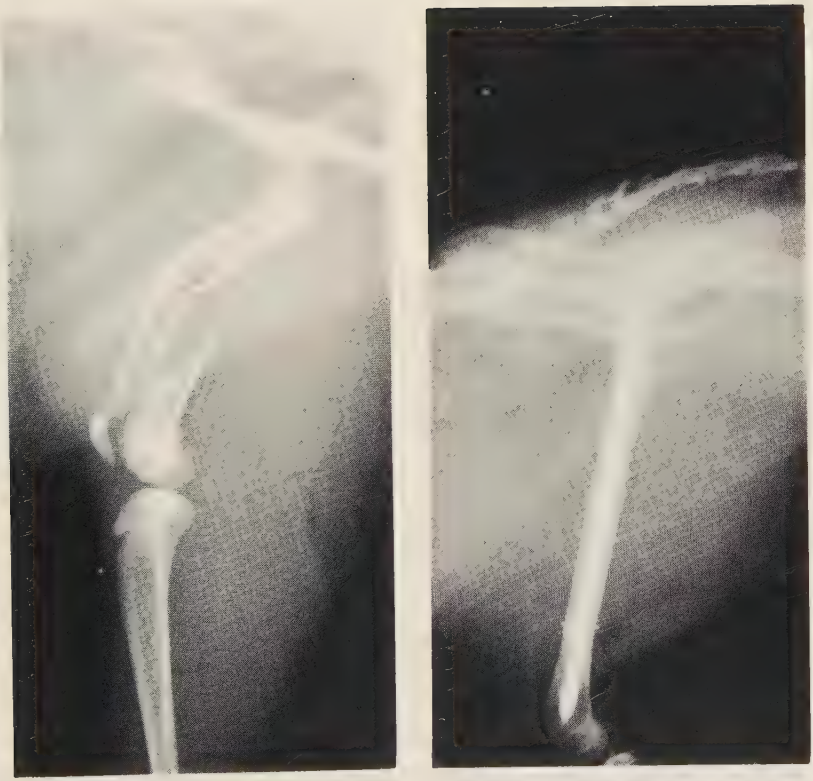


Planche n° 9 : Observation n° 4

Fémur de chat; fracture multiesquilleuse, montage réalisé, résultat.

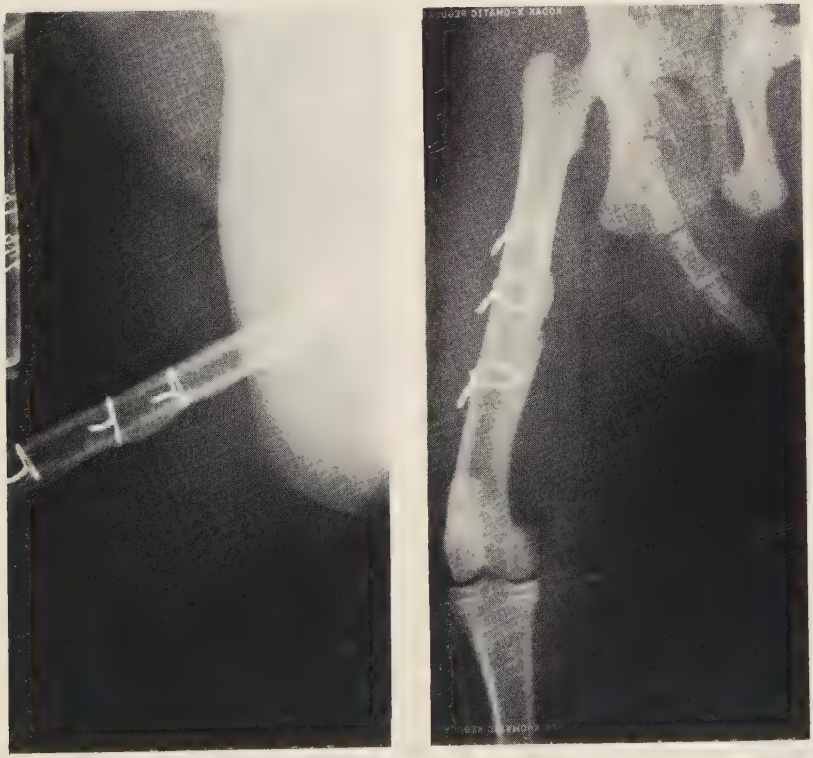


PLanche n°9bis

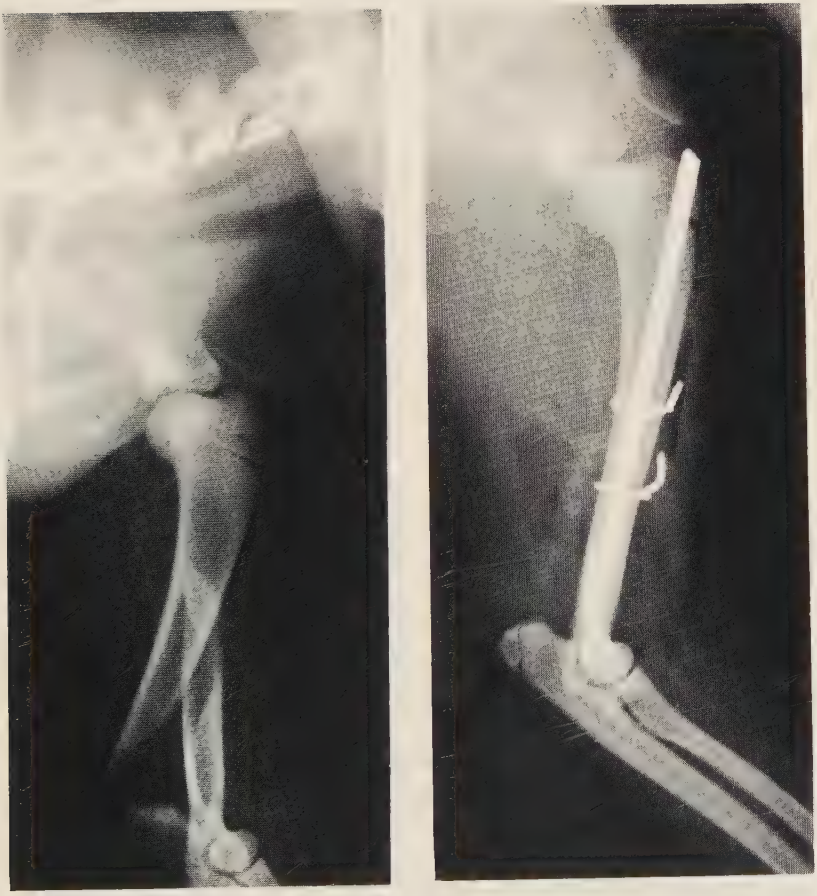


Planche n° 10 : Observation n° 5

Humérus de chat; fracture spiroïde longue, montage réalisé, résultat après exérèse de la broche.

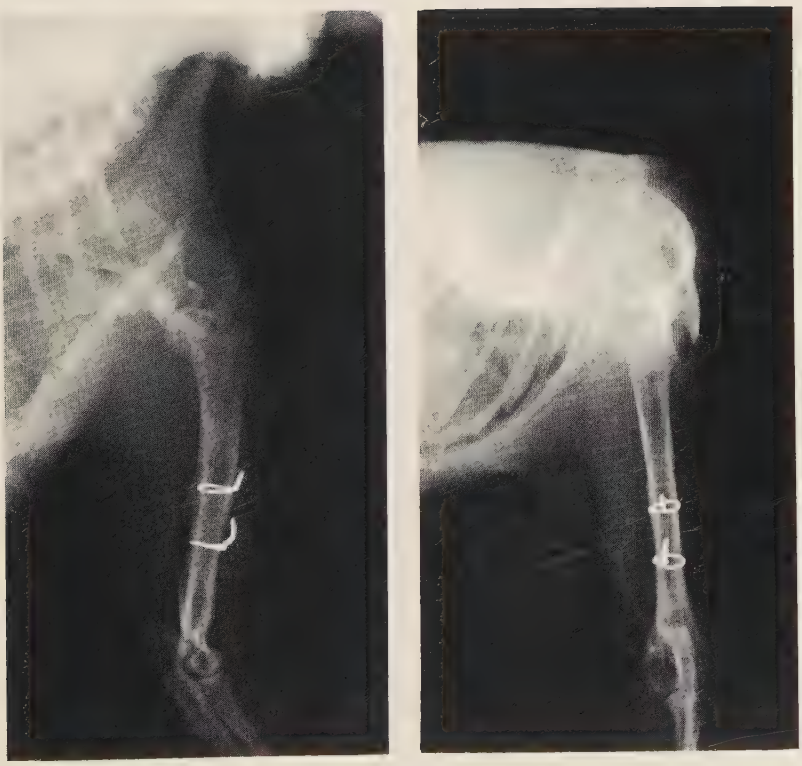


Planche n°10bis

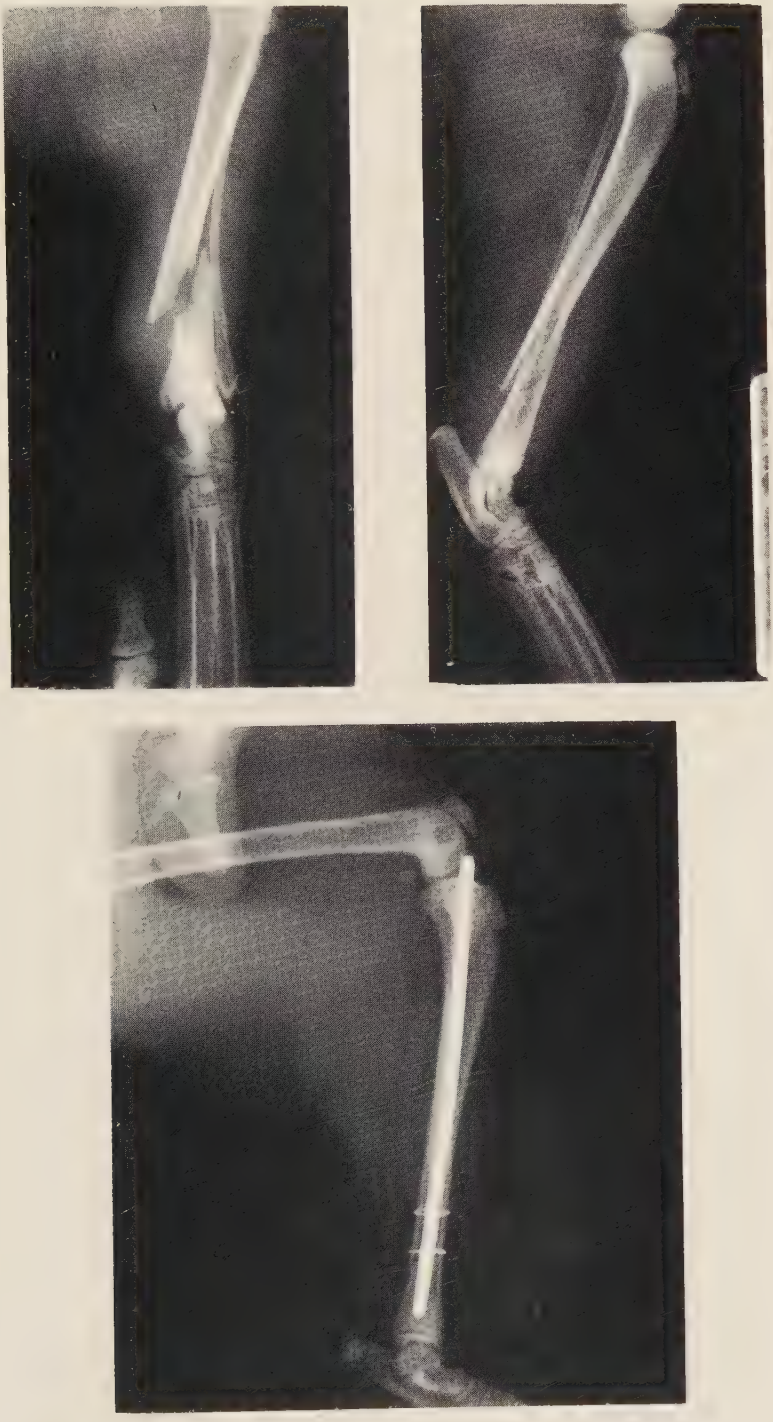


Planche n° 11 : Observation n° 6

Tibia de chat; fracture distale oblique, montage réalisé et consolidation.

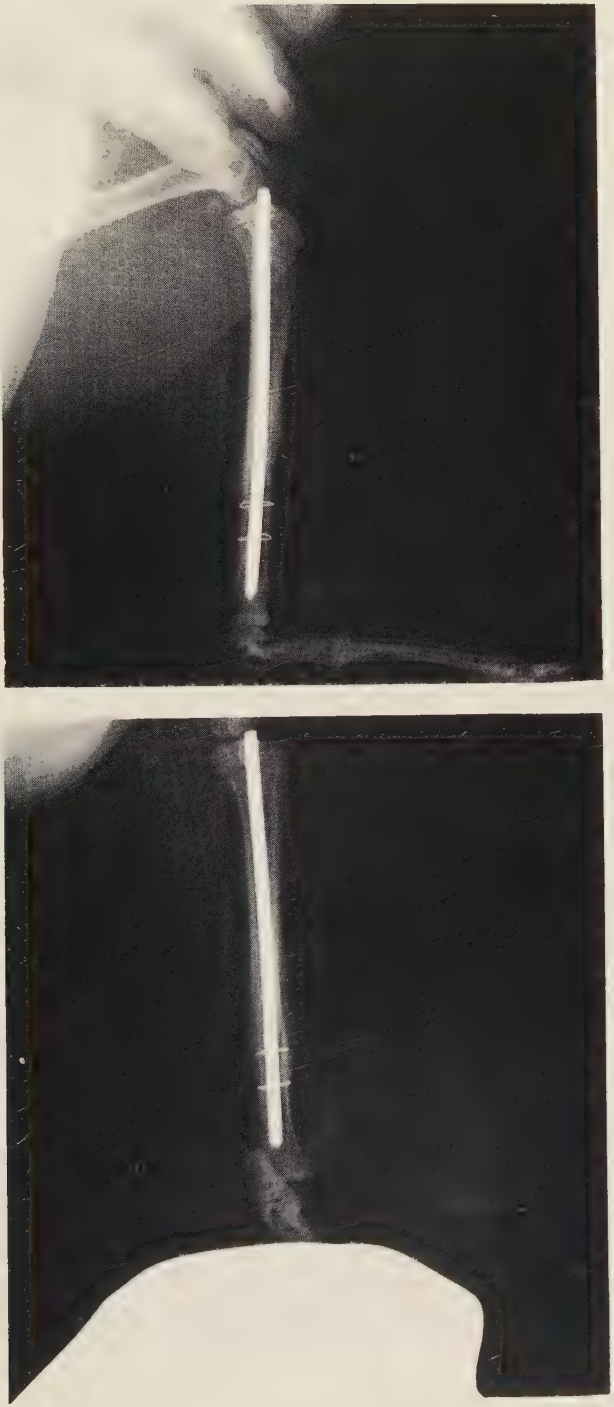


Planche n°11bis

Planche n° 12 : Observation n° 7

Radiographie réalisée après l'exérèse du matériel centro-medullaire: consolidation parfaite malgré une ostéolyse importante.

Planche n° 13 : Observation n° 12

Rupture d'un cerclage trop fin sans conséquenses fâcheuses sur la consolidation.

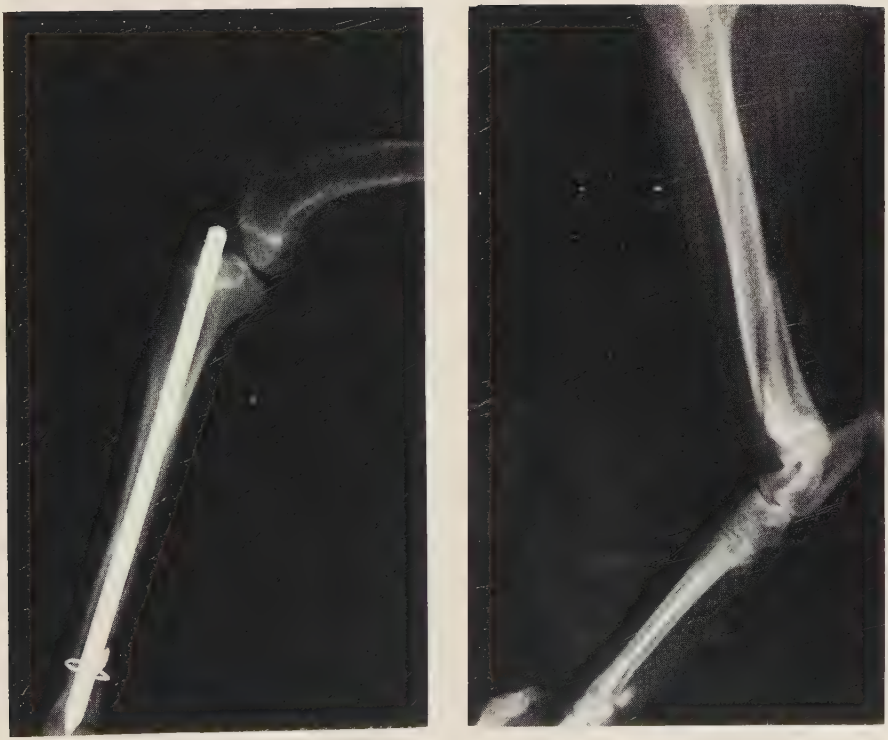


Planche n° 14 : Observation n° 14

Tibia de chien; fracture distale oblique et la réduction: enclouage centro-médullaire et cerclage.

Planche n° 15 : Observation n° 15

Tibia de chien: fracture spiroïde longue avec trait de refent, réduction.

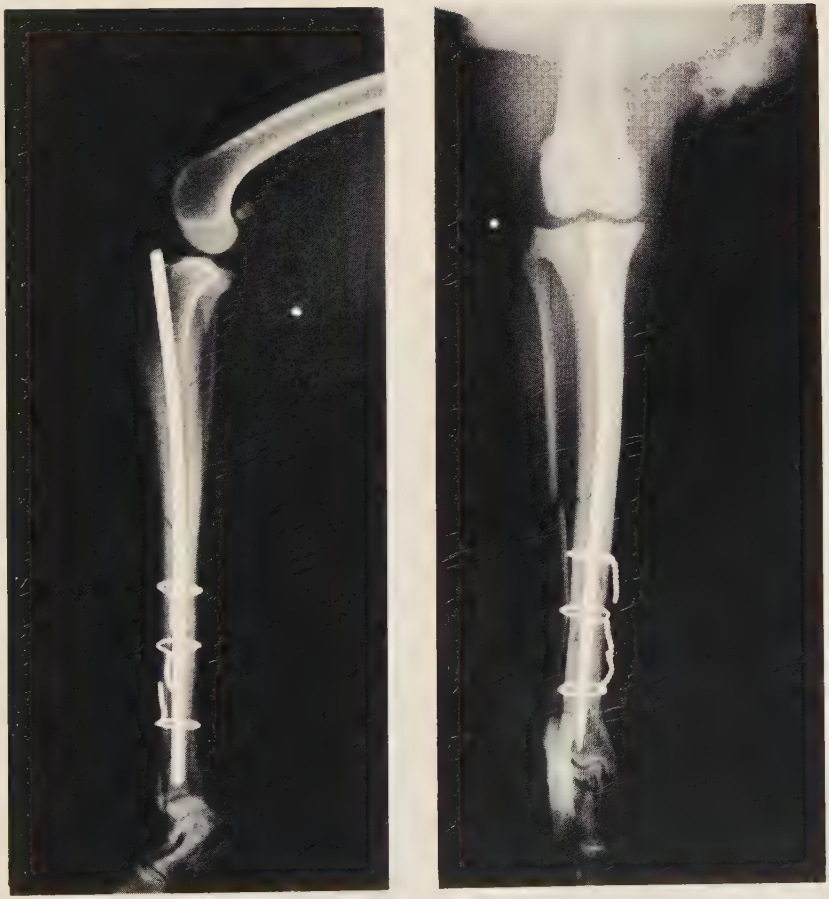


Planche n°15bis

2. DISCUSSION

L'ensemble des observations décrites est très éloquent : le Cerclage osseux est le plus souvent associé à l'enclouage centromédullaire simple ou fasciculé.

Ces différents cas cliniques vont nous permettre :

- de préciser les erreurs à ne pas commettre.
- de soulever quelques problèmes rencontrés,

et donc de définir les limites de l'utilisation de cette technique.

2.1. Erreurs à éviter

2.1.1. Fil métallique trop fin pour réaliser un cerclage (observations n° 2-6-12).

Un fil fin peut casser si les tractions exercées sont trop fortes (observation n° 12).

Rappelons les diamètres souhaitables :

- 0,7 mm chez le chat (jusqu'à 0,9 mm) (observations 4 et 5).
- 1 mm à 1,2 mm chez le chien (observations n° 7, 8...).

2.1.2. Association avec un matériel centromédullaire trop faible sur une fracture oblique (observation n° 1).

Une broche centromédullaire trop fine ne peut empêcher les mouvements latéraux, donc permettre une coaptation parfaite des abouts osseux.

Le diamètre intérieur du fût de l'os doit être

estimé précisément avant l'intervention.

2.1.3. Nombre de cerclages trop important (observation n° 6).

Nous avons vu dans l'étude de la vascularisation qu'il est tout à fait possible de multiplier le nombre de cerclages sur un fût osseux. Cependant il faut se garder de mettre en place des cerclages inutiles : dans la pratique, quand il y a plusieurs cerclages à disposer, il faut tous les tendre de la même façon pour réaliser une contention correcte. [3] Par conséquent, nous ne devons pas hésiter s'il faut rajouter un cerclage, mais le minimum d'anses métalliques utilisées sera la meilleure solution pour réaliser un montage stable. [78]

Dans le cas de l'observation n° 6, un seul cerclage réalisé avec un fil métallique un peu plus gros aurait suffi.

2.1.4. Tension du fil insuffisante

Rappelons ici qu'un cerclage est suffisamment tendu s'il est impossible de le mobiliser après l'avoir mis en place. Le Tord-fil de Loute réalise une tension constante donc reproductible.

2.1.5. Présence de traits de refent

Dans de tels cas, il faut être prudent et les rechercher systématiquement car ils peuvent passer inaperçus (observation n° 8) et avoir des conséquences graves.

2.1.6. Cerclage de plusieurs os

L'observation n° 15 nous montre une telle erreur qui peut avoir des conséquences fâcheuses en diminuant la stabilité de la reconstruction. Dans cet exemple, la fibula a été enserrée par mégarde. Cette erreur ne semble pas avoir eu de suites néfastes pour l'animal.

2.2. Problèmes rencontrés

2.2.1. Croissance en longueur entravée

L'observation n° 3 nous a permis de poser une question : ce type de montage entrave-t-il la croissance en longueur de l'os ? Il faut remarquer dans ce cas précis la taille importante de la broche centromédullaire qui a pu avoir une influence. Mais peut-être sommes nous simplement rapporté à une atteinte de la vascularisation du cartilage de conjugaison.

2.2.2. Le problème vasculaire

L'association cerclage enclouage centromédullaire a souvent été critiquée en raison de l'altération vasculaire qu'elle entraîne. Mais l'échec

de l'utilisation simultanée de fil métallique et broche n'est pas systématique, par conséquent, une néovascularisation réparatrice peut très bien s'installer sur un tel montage.
Ainsi, les échecs ne seraient pas attribuables à la méthode mais à sa mauvaise application. [35]
Par exemple, un cerclage qui se dessère ou casse, par les micromouvements qu'il entraîne, détruit la néovascularisation qui vient de s'installer.
Dans tous les cas, nous sommes persuadés que le respect de toutes les structures périosseuses, au cours de l'abord sur le foyer et pendant réduction et contention de la fracture, est primordial pour que s'installe correctement la néovascularisation.

2.2.3. Retards de consolidation (observations n° 9 et 10)

Ils se déterminent par une image radiologique qui n'évolue pas par rapport au cliché post-opératoire : pas de calcification visible.
Sans avoir pu en déterminer l'origine sur ces animaux, une thérapeutique anabolisante s'est révélée efficace. Il est tout de même curieux de ne constater aucun retard de consolidation chez les chats.

2.2.4. Réaction périostée et calcification exubérante

Sur la plupart des observations décrites, une

réaction périostée importante s'étend sur une grande partie du fût osseux, ou une calcification exubérante pouvant ponter cerclages et foyer de fracture.
Il est à craindre que ce processus n'envahisse les articulations voisines ce qui, vraisemblablement fut le cas de l'observation n° 7.

2.3. Limites de la technique

Le cerclage osseux présente de nombreux avantages que nous tenterons de rappeler et résumer.

En ce qui concerne les inconvénients, il s'agissait des problèmes de vascularisation. Enrichis par ce que nous avons appris avec l'étude de la néovascularisation osseuse, il nous est permis de croire que les inconvénients de cette technique soient très réduits.

L'étude de ces observations cliniques et l'ensemble des interventions que nous avons réalisées nous ont permis de définir tout de même les limites d'utilisation de cette technique. [56]

Ces limites sont relatives, en fait, à l'animal lui même, son tempérament, et surtout son poids. Un animal léger n'utilise pas un membre qui lui fait mal, un chien lourd boite mais s'appuie tout de même.

Par conséquent quand il s'agit de reconstruire un fût osseux à partir de grosses esquilles, il faut considé-

rer ces éléments dans le choix de la technique opératoire.

Bien entendu, le cerclage osseux dans ces conditions peut être nécessaire même si l'on met en place une plaque vissée, mais insuffisant pour assurer une contention solide.

Dans le cas d'un trait de refent, un cerclage avec un fil convenable peut être mis en place quel que soit le poids de l'animal.

2.4. Avantages principaux

Ayant évité les erreurs possibles, et surmonté les problèmes rencontrés, la méthode du cerclage osseux présente de nombreux avantages que nous allons résumer :

- Matériel très abordable, peu volumineux et technique d'application facile.
- Indications très nombreuses du cerclage osseux.
- Possibilité de parfaire une réduction et de mettre les fragments sous pression positive.

En résumé, par toutes les utilisations possibles, il ne faut pas renier un simple fil métallique en raison de l'existence de matériel plus sophistiqué car, que ce soit en cours d'intervention (pour faciliter la contention) ou même en dernier recours (animal ostéoporotique) il est quelquefois indispensable de l'utiliser.

CONCLUSION

Nous voici au terme de notre travail, qui nous a orienté dans un premier temps, au chapitre des généralités, vers l'étude de la vascularisation et néovascularisation osseuse, car c'est véritablement le problème soulevé en matière de cerclage.

L'application d'une ligature métallique sur un fût osseux doit contenir les fragments, donc être serrée et cisailler inévitablement le périoste.

Dans un souci de travail rationnel, nous avons été conduit à étudier la vascularisation osseuse physiologique et les modifications entraînées par une atteinte accidentelle ou expérimentale en envisageant :

- des atteintes vasculaires segmentaires (altérations des divers apports sanguins vers l'os).
- le cerclage osseux expérimental sur un os sain et sur un os fracturé.

Nous avons constaté une vascularisation du cortex osseux essentiellement centrifuge mais une néovascularisation très polymorphe ayant principalement pour origine les tissus péri-osseux : muscles et plus discrètement périoste.

Lars GOTHMAN [29] [30] a montré chez le lapin, que l'application de cerclage n'entraînait pas de nécrose osseuse mais une réaction périostée importante, plus vive dans les cas où une fracture est infligée.

Nos observations cliniques sur le chien et le chat, nous ont permis de vérifier ces constatations avec une calcification exubérante et une réaction périostée intense s'étendant le long du fût.

Dans l'impossibilité de limiter de telles réactions,

il est certain que nous courrons le risque de voir une articulation atteinte par ce processus.

Chose primordiale, nous avons remarqué un retard dans la consolidation des fractures lié à l'atteinte musculaire périphérique expérimentale, et quelquefois à la mobilité d'un cerclage insuffisamment serré.

En outre, les cas d'ostéolyse rencontrés sors d'application de cerclages métalliques ne peuvent être rapportés à une atteinte vasculaire. Ainsi se pose le problème de l'origine de cette lyse.

La deuxième partie de notre exposé, considérant les indications, le matériel et la technique proprement dite du cerclage, nous a permis de présenter les nombreuses possibilités que nous offre l'utilisation de cette méthode dans la réduction de fractures parfois très complexes.

Pour en résumer l'essentiel, voici les règles fondamentales [9] que nous avons développé :

- acier suffisamment solide et de qualité irréprochable.
- cerclage serré correctement afin de réaliser un montage stable et solide.
- tension du fil égale et reproductible si plusieurs anses sont appliquées. [73]
- altération minimale des insertions musculaires.
- application uniquement si réduction anatomique parfaite.
- utilisation du cerclage osseux seulement si l'obliquité de la fracture est suffisante (longueur du trait de fracture égale au moins à deux fois le diamètre de l'os).

- contention de tous les fragments par une fixation rigide.

- cerclages distants d'au moins un centimètre.

Compte tenu de ces impératifs techniques, le cerclage osseux reste d'application simple et rapide, nécessitant un très faible apport de matériel étranger, mais qui doit être considéré comme une fixation auxiliaire (avec enclouage centromédullaire) ou comme une aide dans la réduction d'une fracture (avant la pose d'une plaque par exemple).

Toutes les erreurs constatées sont davantage liées à une mauvaise application de la technique qu'à une dévitalisation. [23]

D'après RHINELANDER [73] on peut très bien constater une cicatrisation osseuse par première intension grâce au cerclage osseux associée à une réaction périostée intense pouvant englober le ou les cerclages et susceptible d'être remaniée à plus long terme.

Les observations cliniques par leurs caractères enrichissants nous ont permis enfin de déceler et définir les erreurs et les limites de cette technique.

D'après BRADEN [8] l'enclouage centromédullaire associé au cerclage osseux reste une méthode d'immobilisation de choix. Mais, chez les chiens de plus de 20 kilogrammes, les mouvements de rotation relative des fragments osseux sont beaucoup plus difficilement empêchés ; par conséquent, le poids de l'animal représente la seule limite à l'application du cerclage osseux.

Le caractère turbulent, agité de l'animal, n'est pas

à vrai dire une limite de la technique mais plutôt une cause d'échec, exactement comme pour tout autre procédé orthopédique.

Pour terminer, nous ne saurions trop insister sur l'aspect pratique de la technique du cerclage osseux. Il faut cependant demeurer conscient qu'il ne s'agit pas là d'une panacée susceptible de supplanter tout autre type d'ostéosynthèse, mais plutôt d'une technique à part entière qui peut dorénavant prendre une place honorable dans l'éventail des solutions à la portée du chirurgien orthopédiste confronté au problème que pose une fracture.

: Le Professeur de l'Ecole Vétérinaire
rapporteur

Professeur A. CAZIEUX

Vu : Le Directeur de l'Ecole
Vétérinaire

Professeur R. LAUTIE

: Le Président de la Thèse

Professeur UTHEZA

VU ET PERMIS D'IMPRIMER
Toulouse, le 20-09-81
l'Administrateur provisoire de
l'Université Paul Sabatier

Professeur D. BANCEL

BIBLIOGRAPHIE

1. ANDERSON (L.D.)
Compression plate fixation and the effect of different types of internal fixation on fractures healing.
J Bone Jt Surg. 1965, *47 A*, 191-208.

2. ARCHIBALD (J.)
Chirurgie canine ; 1 vol., 1122 p.,
Paris, Vigot Frères, 1973.

3. ARNESEN (A.J.A.)
Encircling suture (cerclage) in oblique fractures.
Acta. Chir. Scand. 1951, *102*, 267-274.

4. BARDET (J.F.), OLMSTEAD (M.)
Traitement chirurgical de fractures comminutives par fixation interne rigide chez le chien, à propos de deux cas.
Rec. Méd. Vét., Ec. Alfort, 1980, *156* (9), 611-616.

5. BERGE (E.), WESTBUES (M.)
Précis de chirurgie vétérinaire.
Paris, Vigot Frères, 1967, 43-45.

6. BERTO (F.)
Ostéosynthèse selon la méthode A.O. Applications vétérinaires.
Th. Doct. Vét., TOULOUSE, 1977.

7. BLIN (P.C.), PAROUTI (J.P.), TOUREILLES (J.F.C.)
Contribution à l'étude de la vascularisation de l'humérus et du fémur du chien.
Imp. Mod. Ed. TOULOUSE, 1963.

8. BOJRAB (J.)
Techniques actuelles de chirurgie des petits animaux.
Paris, Vigot Frères, 1978.

9. BRINKER (W.O.)
Small animal fractures. 3rd revision.
College of veterinary-medecine. Michigan state university.
Published by continuing education service. 1978.

10 BRINKER (W.O.), FLO (G.L.), BRADEN (T.), NOSER (G.) MERKLEY (D.).
Removal of bone plates in small animals.
J. Am. Anim. Hosp. Assoc. 1975, *11*, 577-586.

11. BROOKES (M.)
The vascular architecture of tubular bone in the rat.
Anat. Rec. 1958, *132*, 25-47.

12. BROOKES (M.), ELKIN (A.C.), HARRISON (R.G.), HEALD (C.B.)
A new concept of capillary circulation in bone cortex. Some clinical applications.
Lancet. 1961, *1*, 1078-1081.

13. BROOKES (M.), HARRISON (R.G.)
The vascularization of the rabbit femur and tibiofibula.
J. Anat. 1957, *91*, 61-72.

14. BUHLER (J.)
Percutaneons cerclage of tibial fractures.
Clin. Orthop. 1974, *105*, 276.

15. CABASSU (J.P.)
Fractures diaphysaires du fémur chez les carnivores domestiques adultes.
L'animal de compagnie. 1980, *15*, (5), 581-588.

16. CAVADIAS (A.X.), TRUETA (J.)
An experimental study of the vascular contribution to the callus of fracture.
Surgery. Gynec. Obstet. 1965, *120*, 731-747.

17. CAZIEUX (A.)
Enclouage centromédullaire et techniques dérivées.
L'animal de compagnie. 1977, *6*, 567-582.

18. CAZIEUX (A.)
Cours magistral E.N.V.T., 1978-1979, 1979-1980.

19. CAZIEUX (A.), LATTE (Y.)
Notes d'ostéosynthèse sur les carnivores domestiques. III. Techniques pour le fémur.
Revue Med. Vet. 1973, *123*, (1), 85-100.

20. CLARK (J.H.)
Use of wire sutures to stabilize fractures.
Modern. Vet. Pract. 1971, *52*, (5), 63-67.

21. COSSON (J.L.)
Méthodes d'ostéosynthèse du radius-ulna chez les carnivores domestiques.
Th. Doct. Vet., TOULOUSE, 1974.

22. DE MARNEFFE (R.)
Recherches morphologiques et expérimentales sur la vascularisation osseuse.
Acta. Chir. Belgica. 1951, *50*, 469-488
568-599
681-704.

23. DENNY (H.R.)
A guide to canine orthopaedic surgery.
Blackwell scientific publications L.T.D., 1980.

24. DROUOT (H.)
Contribution à l'étude des fractures diaphysaires chez le chien.
Th. Doct. Vet. PARIS, 1969.

25. DURVILLE (A.)
Techniques d'ostéosynthèse des fractures tibio-fibulaires chez les carnivores domestiques.
Th. Doct. Vet. TOULOUSE, 1976.

26. EGGERS (G.W.N.), SHINDLER (T.O.), POMERAT (C.M.)
The influence of the contact compression factor on osteogenesis in surgical fractures.
J Bone Jt Surg. 1949, *31 A*, 693-716.

27. ESCURE (M.)
L'enclouage centromédullaire dans le traitement des fractures du fémur des carnivores domestiques.
Th. Doct. Vet. TOULOUSE, 1964.

28. GALLET (G.)
Contribution à l'étude des fractures de l'avant-bras chez le chien.
Th. Doct. Vet. TOULOUSE, 1966.

29. GOTHMAN (L.)
Local arterial changes caused by surgical exposure and the application of encircling wires (cerclage) on the rabbit's tibia. A microangiographic study.
Acta. Chir. Scand. 1962, *123*, 9-16.

30. GOTHMAN (L.)
Local arterial changes associated with experimental fractures of the rabbit's tibia treated with encircling wires (cerclage). A microangiographie study.
Acta. Chir. Scand. 1962, *123*, 17-27.

31. GRIMMONPREZ (P.)
Les fixateurs externes dans l'ostéosynthèse des carnivores domestiques.
Th. Doct. Vet., TOULOUSE, 1971.

32. HAM (A.W.)
A histological study of the early phases of bone repairs.
J Bone Jt Surg. 1930, *12*, 827-844.

33. HAUSER (P.)
Traitement des fractures comminutives.
L'animal de compagnie. 1977, *6*, 635-641.

34. HICKMAN (J.)
Veterinary orthopaedics.
Oliver and Boyd. Edinburgh and London. 1964.

35. HINKO (P.J.), RHINELANDER (F.W.)
Effective use of cerclage in the treatment of long-bone fractures in dogs.
J. Am. Vet. Med. Ass., 1975, *166*, (5), 520-524.

36. HOHN (R.B.)
Plate fixation of comminuted femoral shaft fracture in the dog.
1973, *162*, 646-647.

37. HOLDEN (C.E.A.)
The role of blood supply to soft tissue in the healing of diaphyseal fractures.
J Bone Jt Surg. 1972, *54 A*, 993-1000.

38. HOUANG (K.)
Le rôle des artères nourricières des os longs dans la formation du cal et la calcification de la cavité médullaire.
La presse médicale. 1934, *102*, 2074-2076.

39. HUGGINS (C.), WIEGE (E.)
The effect on the bone marrow of disruption of the nutrient artery and vein.
Ann. Surg. 1939, *110*, 940-947.

40. JOHANSON (O.)
Internal fixation by wiring in fractures of the tibia treatment results.
Acta. Chir. Scand. 1951, *101*, 185.

41. JOHANSON (O.)
Bone necrosis caused by wiring.
Acta. Chir. Scand. 1956, *110*, 213.

42. JOHNSON (R.W.)
A physiological study of the blood supply of the diaphysis.
J Bone Jt Surg. 1927, *9*, 153.

43. JOHNSON (R.A.)
Fracture fixation by cerclage wiring utilizing «Cortical bone tacks» and a «pull-out tension device».
J. Am. Anim. Hosp. Assoc. 1977, *13*, 105-113.

44. KOLODNEY (A.)
Periosteal blood supply in healing of fractures.
J Bone Jt Surg. 1923, *5*, 698-711.

45. KRIGER (F.)
Contribution à l'étude des fractures tibio-péronéales chez le chien.
Choix d'une technique opératoire.
Th. Doct. Vet. TOULOUSE, 1970.

46. LACAZE (B.)
Contribution à l'étude de l'enclouage centromédullaire métallique dans les fractures diaphysaires de l'humérus des mammifères domestiques.
Th. Doct. Vet. TOULOUSE, 1960.

47. LACAZE (M.)
Contribution à l'étude du traitement chirurgical des fractures tibiales chez le chien.
Th. Doct. Vet. TOULOUSE, 1962.

48. LAMAS (A.), AMADO (D.), DACOSTA (J.C.)
«La circulation du sang dans l'os».
Presse Med., 1946, *63*, 862-863.

49. LATTE (Y.)
Techniques d'ostéosynthèse du fémur chez les carnivores domestiques.
Th. Doct. Vet. TOULOUSE, 1971.

50. LILLIESTROM (G.O.)
Reaming of the medullary cavity and its effect on diaphyseal bone.
Acta. Orthop. Scand. (Suppl.), 1969, *128*, 134-144.

51. Mac AULEY (G.O.)
The blood supply of the rat's femur in relation to the repair of cortical defects.
J. Anat. 1958, *92*, 655.

52. MARCENAC (N.)
Traitement moderne des fractures.
Rec. Med. Vet. Ec. Alfort. 1949, *II*, 555-582.

53. MARCENAC (L.N.)
Chirurgie générale vétérinaire.
Maloine, Société Anonyme, PARIS, 1974.

54. MAURER (P.)
Les os et les muscles pendant la guérison des fractures (rapport).
Médecine Européenne. Rapport de recherche C.E.C.A., 1978 Document GECOV.

55. MAURER (P.), ZUCMAN (J.), LEWALLE (J.)
Rôle de la vascularisation périfracturaire et centromédullaire dans l'ostéogénèse réparatrice.
Revue de chirurgie orthopédique et réparatrice de l'appareil moteur. 1965, *51*, (3), 229-242.

56. MEYNARD (J.A.)
Traitement des fractures des os longs chez le chien.
L'animal de compagnie, 1968, *10*, 263-301.
Crepin-Leblond et Compagnie, PARIS.

57. MORGAN (J.D.)
Blood supply of the growing rabbit's tibia.
J Bone Jt Surg., 1959, *41 B*, 185-203.

58. MULLER (M.E.), ALLGOWER (M.), WILLENEGGER
Manuel d'ostéosynthèse. Technique A.O.
Masson et compagnie, 1970, 86-87.

59. NELSON (G.E.), KELLY (P.J.), PETERSON (L.F.A.), JANES (J.M.)
Blood supply of the human tibia.
J Bone Jt Surg., 1960, *42 A*, 625-636.

60. NEWTON (C.D.), HOHN (R.B.)
Fracture nonunion resulting from cerclage appliances.
J. Am. Vet. Med. Ass., 1974, *164*, (5), 503-508.

61. OLSSON (O.)
Some cases of necrosis of the bone by encircling suture in oblique fractures.
Acta. Chir. Scand., 1949, *99*, 85.

62. ORMROD (A.M.)
Guide pratique de chirurgie opératoire du chien et du chat (traduit de l'anglais par M. Villemin.).
Paris, Vigot Frères, 1968.

63. PERREN (S.M.), HUGGLER (A.), RUSSENBERGER (M.), ALLGOWER (M.), MATHYS (R.), SCHENK (R.), WILLENGER (H.), MULLER (M.E.)
The reaction of cortical bone to compression.
Acta. Orthop. Scand. (Suppl.), 1969, *125*, 19-28.

64. PICHARD (R.)
Le vissage isolé.
Rec. Med. Vet. Ec. Alfort., 1978, *154*, (11), 907-912.

65. PIERMATTEI (D.L.)
Treatment of nonunion fractures in the dog.
In proceeding. 33rd annual meeting Am. Anim. Hosp. Assoc. San Fransisco CA, 1966, *13 D*, 130-152.

66. PIERMATTEI (D.L.)
Construction of the Thomas splint.
Med. Small. An. Clin., 1969, *1*, 41.

67. PIERMATTEI (D.L.), GREELEY (R.G.)
An atlas of surgical approaches to the bones of the dog and cat.
W.B. Saunders, Philadelphia, 1966.

68. PUGET (E.), POMMERY (J.)
Notes d'ostéosynthèse sur les carnivores domestiques.
Revue. Med. Vet., 1959, *110*, 201.

69. RAHN (B.A.), GALLINARO (P.), BALTENSPERGES (A.), PERREN (S.M.)
Primary bone healing.
J Bone Jt Surg., 1971, *53 A*, 783-786.

70. RHINELANDER (F.W.)
Instruments for use with flexible steel wire in bone surgery.
J Bone Jt Surg., 1958, *40 A*, 365-374.

71. RHINELANDER (F.W.)
The normal microcirculation of diaphyseal cortex and its reponse to fracture.
J Bone Jt Surg., 1968, *50 A*, 784-800.

72. RHINELANDER (F.W.)
Tibial blood supply in relation to fracture healing.
Clin. Orthop., 1974, *105*, 34-81.

73. RHINELANDER (F.W.)
Minimal internal fixation of tibial fractures.
Clin. Orthop., 1975, *107*, 188-220.

74. RHINELANDER (F.W.) BARAGRY (R.A.)
Microangiography in bone healing. I. Undisplaced closed fractures.
J Bone Jt Surg., 1962, *44 A*, 1273-1298.

75. RHINELANDER (F.W.), BRAHMS (M.A.)
Internal fixation of bone fragments with flexible wire and pins.
J Bone Jt Surg. Proceedings., 1961, *43 A*, 599-600.

76. RHINELANDER (F.W.), GRACILLA (R.V.), PHILLIPS (R.S.), STEEL (W.M.)
Microangiography in bone healing. III. Ostéotomies with internal fixation.
Proc. Am. Acad. Orthop. Surg.
J Bone Jt Surg., 1967, *49 A*, 1006-1007.

77. RHINELANDER (F.W.), PHILLIPS (R.S.), STEEL (W.M.), BEER (J.C.)
Microangiography in bone healing. II. Displaced closed fractures.
J Bone Jt Surg., 1968, *50 A*, 643-662.

78. RICHARD (L.), RUDY (D.V.M.)
Pins wires nuts and bolts. Steinmann intramedullary pinning.
Scientific proceedings.
Am. Anim. Hosp. Assoc., 1975, *1*, 371-386.

79. RIEUNAU (G.)
Manuel de traumatologie.
Masson et Compagnie, 1964.

80. ROOT (W.S.)
The flow of blood through bones and joints.
Hand book of physiology. II . Circulation.
Chap. 47, 1651-1665.

81. ROSET (J.L.F.)
Contribution à l'étude de l'enclouage métallique centromédullaire dans les fractures diaphysaires radiocubitales du chien.
Th. Doct. Vet., TOULOUSE, 1961.

82. RUTMAN (M.A.), RICKARDS (D.A.)
The use of the bowen wire tightener in veterinary orthopedics.
Veter. Med. Small. Clin., 1977, *72*, (8), 1301.

83. SEVESTRE (J.)
Pathologie osseuse. Traumatologie.
Les fractures, leurs modalités.
Le Point Vétérinaire., 1976, *IV*, (18), 35-37.

84. SINGLETON (W.B.)
L'ostéosynthèse par fixation interne.
L'animal de compagnie., 1973, (31), 131.

85. STOREN (H.)
Two cases of encircling fractures.
Acta. Orthop. Scand., 1958, *28*, 147.

86. SUMNER-SMITH (G.)
A histological study of fracture nonunion in small dogs.
J. Small. Anim. Pract., 1974, *15*, 571-578.

87. TEXEREAU (P.)
Techniques d'ostéosynthèse de l'humérus chez le chien et le chat.
Th. Doct. Vet., TOULOUSE, 1975.

88. TOUREILLES (J.F.C.)
Contribution à l'étude de la vascularisation de l'humérus chez le chien.
Th. Doct. Vet., TOULOUSE, 1962.

89. TRUETA (J.), CAVADIAS (A.X.)
A study of the blood supply of the long bones.
Surgery. Gynec. Obstet., 1964, *118*, 485-498.

90. WILLIAM (G.), WHITTICK
Canine Orthopedics.
Lea and Febiger Philadelphia., 1974.

91. WITHROW (S.J.)
Use and misuse of full cerclage wires in fracture repair.
Veter. Clin. of North. Amer., 1978, *8*, (2), 201.

92. WITHROW (S.J.), HOLBERG (D.L.)
Use of full cerclage wires in the fixation of 18 consecutive long-bone fractures in small animals.
J. Am. Anim. Hosp. Assoc., 1977, *13*, 735-743.